



# ESCOLA NAVAL

ta sãnto e bñ-faire



José Diogo Rodrigues Nabais Lopes

## *História de acidentes com submarinos*

### *Evolução dos meios de salvamento*

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares  
Navais, na especialidade de Marinha



Alfeite

[2021]





## ta tante obier faire

**José Diogo Rodrigues Nabais Lopes**

*História de acidentes com submarinos*

*Evolução dos meios de salvamento*

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais,  
na especialidade de Marinha**

**Orientação de:** António José Duarte Costa Canas

O Aluno Mestrado

O Orientador

Nabais Lopes

ASPOF M

Costa Canas

CMG M RES

Alfeite

2021





## **Epígrafe**

“Todos os marinheiros enfrentam riscos, sempre enfrentaram. Mas nunca tanto quanto os submarinistas” (Dr. Robert D. Ballard)





## **Dedicatória**

Dedico esta dissertação de mestrado a todos aqueles que contribuíram para a minha formação militar, pessoal e académica, em especial aos meus pais por todo o apoio que me deram durante todo o percurso na Escola Naval.







## **Agradecimentos**

Começo por agradecer ao meu orientador, Capitão-de-mar-e-guerra António José Duarte Costa Canas, por todo o apoio que me deu ao longo da realização desta dissertação de mestrado. Tendo as suas orientações sido fundamentais para a realização da presente dissertação.

Agradeço ao Capitão-tenente Taveira Pinto e ao Primeiro-tenente Sousa Nunes por toda a informação bibliográfica disponibilizada e por todos os esclarecimentos fornecidos.

Gostaria de agradecer também a todos os professores, militares e civis, que acompanharam o meu percurso na Escola Naval, nomeadamente por todos os ensinamentos que me deram.

Por fim, agradeço aos meus camaradas do Curso Capitão-tenente Raúl Alexandre Cascais, família e amigos.



## Resumo

Desde a Antiguidade Clássica que se tenta navegar debaixo de água, contudo, apenas a partir do Renascimento existem provas consistentes de navegação em veículos submarinos e logo nessa época tiveram início os acidentes envolvendo estas embarcações.

Até ao início do século XX, para além da perícia humana que os tripulantes ostentassem, não existiam meios de salvamento submarino com eficácia comprovada. Com o aparecimento dos aparelhos de respiração autónomos, o escape submarino sofre uma grande evolução, estes que, transformar-se-iam, até final do século XX, num fato extremamente completo de escape submarino.

Decorrente dos acidentes do USS *S-5* em 1920, do USS *S-51* em 1925 e do USS *S-4* em 1927, é iniciado o projeto da *MacCann Rescue Chamber*. Projeto que viria a ser utilizado no resgate de 33 homens a bordo do USS *Squalus* em 1939, materializando assim, a primeira operação de resgate submarino feita com sucesso.

Durante as Guerras Mundiais, imensos submarinos de várias nações foram perdidos, muitos sem salvamento possível, e os que eventualmente poderiam ser socorridos, por consequência de opções táticas e estratégicas, acabavam por se perder como danos colaterais.

Nos anos 60, por influência da Guerra Fria, dois trágicos acidentes envolvendo submarinos ocorreram, o acidente do USS *Tresher* e do USS *Scorpion*, onde no somatório, 228 vidas foram perdidas. Despoletou-se assim o investimento no resgate submarino, resultando no aparecimento de SRV's (*Submarine Rescue Vehicle*), SRC's (*Submarine Rescue Chamber*) mais avançadas, ROV's (*Remoted Operated Vehicle*), sistemas TUP (*Transfer Under Pressure*), entre outros, cada vez mais evoluídos e com melhores capacidades.

Com a entrada no século XXI, e com a ocorrência de um acidente envolvendo um submarino nuclear russo, o *Kursk*, em 2000, passados três anos, é criado o “*International Submarine Escape and Rescue Liaison Office*”. Uma estrutura de cooperação internacional dedicada exclusivamente ao SMER (*Submarine Escape and Rescue*). Contudo, nem os avanços tecnológicos, nem a ajuda internacional, foram suficientes para encontrar a tempo o ARA *San Juan* em 2017.

**Palavras-chave:** Acidentes; Salvamento; Escape; Resgate; Evolução.





## **Abstract**

Since the Classic Antiquity, attempts have been made to navigate under water, however, only after the Renaissance there are consistent evidences of navigation in underwater vehicles, and even at that time, accidents involving these vessels began.

Until the beginning of the 20th century, apart from the human expertise that the crew displayed, there were no means of submarine rescue with proven efficacy. With the appearance of autonomous breathing apparatus, the submarine escape suffered a great evolution, which would, until the end of the 20th century, become an extremely complete submarine escape suit.

Due to the accidents of the USS *S-5* in 1920, the USS *S-51* in 1925 and the USS-4 in 1927, the MacCann Rescue Chamber project was started. This project was used in the rescue of 33 men aboard the USS *Squalus* in 1939, materializing the first successful submarine rescue operation.

During the World Wars, a huge quantity of submarines from various nations were lost, many without possible rescue, and those that could possibly be rescued, as a result of tactical and strategic options, ended up lost as collateral damage.

In the 1960s, due to the Cold War, two tragic accidents involving submarines occurred, the USS *Tresher* and the USS *Scorpion* accidents, where in total, 228 lives were lost. This triggered the investment in submarine rescue, resulting in the appearance of SRV's (Submarine Rescue Vehicle), SRC's (Submarine Rescue Chamber) more advanced, ROV's (Remoted Operated Vehicle), TUP (Transfer Under Pressure) systems, among others, increasingly evolved and with better capabilities.

With the entry into the 21st century, and the accident of the Russian nuclear submarine *Kursk*, in 2000, after three years, the "International Submarine Escape and Rescue Liaison Office" was created. It is an international cooperation structure dedicated exclusively to SMER (Submarine Escape and Rescue). However, neither technological advances nor international aid were enough to find ARA *San Juan* in time in 2017.

**Key-words:** Accidents, Salvage; Escape; Rescue; Evolution.





## **Índice**

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Epígrafe.....</b>  | <b>iii</b>  |
| <b>Dedicatória.....</b>   | <b>v</b>    |
| <b>Agradecimentos.....</b>  | <b>vii</b>  |
| <b>Resumo.....</b>  | <b>ix</b>   |
| <b>Abstract.....</b>  | <b>xi</b>   |
| <b>Índice .....</b>   | <b>xiii</b> |
| <b>Índice de Figuras.....</b>   | <b>xv</b>   |
| <b>Índice de Tabelas.....</b>   | <b>xvii</b> |
| <b>Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos.....</b>   | <b>xix</b>  |
| <b>Introdução .....</b>   | <b>1</b>    |
| <b>1. História do desenvolvimento dos submarinos .....</b>  | <b>3</b>    |
| 1.1 Origens da navegação submarina.....   | 4           |
| 1.2 Submarinos “modernos” .....   | 8           |
| 1.3 Os submersíveis.....  | 10          |
| <b>2. História da Busca e Salvamento .....</b>  | <b>15</b>   |
| 2.1 Primórdios da Busca e Salvamento .....  | 15          |
| 2.1.1 Evolução das comunicações submarinas e dos equipamentos GMDSS ( <i>Global Maritime Distress and Safety System</i> ) ..... | 18          |
| 2.2 Escape.....   | 20          |
| 2.2.1 <i>Hall-Rees Apparatus &amp; Davis Submarine Escape Apparatus (DSEA)</i> .....  | 23          |
| 2.2.2 <i>Momsen Lung</i> .....  | 27          |
| 2.2.3 Método “ <i>blow and go</i> ” e <i>Steinke Hood</i> .....   | 28          |
| 2.2.4 <i>Submarine Escape Immersion Equipment (SEIE)</i> .....  | 30          |
| 2.3 Treino de salvamento submarino .....  | 31          |
| 2.4 Resgate .....   | 35          |
| 2.4.1 <i>Deep Submergence Rescue Vehicle (DSRV)</i> .....   | 36          |



|  |           |
|--|-----------|
| 2.4.2 LR5 Submarine Rescue System .....  | 39        |
| 2.4.3 NATO Submarine Rescue System (NSRS) .....  | 40        |
| 2.4.4 Submarine Rescue Diving Recompression System (SRDRS) .....   | 42        |
| 2.5 Realidade nacional em matéria de salvamento submarino .....  | 45        |
| <b>3. História dos acidentes .....</b>   | <b>53</b> |
| 3.1 Século XIX .....   | 53        |
| 3.2 Meados da 1ª Guerra Mundial (1914-1918) .....  | 54        |
| 3.2.1 S-Class Submarines .....   | 55        |
| 3.3 Meados da 2ª Guerra Mundial (1939-1945) .....  | 57        |
| 3.3.1 USS <i>Tang</i> .....  | 58        |
| 3.4 Guerra Fria (1947- 1991) .....   | 59        |
| 3.4.1 USS <i>Scorpion</i> .....  | 59        |
| 3.5 Entrada no século XXI .....  | 60        |
| 3.5.1 K-141 <i>Kursk</i> .....   | 60        |
| 3.5.2 International Submarine Escape and Rescue Liaison Office (ISMERLO) .....                             | 64        |
| 3.5.3 Sobrevivência num submarino acidentado .....   | 66        |
| 3.5.4 Roteamento dos submarinos e fases de uma operação de <i>Submarine Escape and Rescue</i> (SMER) ..... | 69        |
| 3.6 ARA <i>San Juan</i> .....  | 73        |
| <b>4. USS <i>Squalus</i> .....</b>   | <b>77</b> |
| 4.1 MacCann Rescue Chamber .....   | 77        |
| 4.2 Operações de Resgate .....   | 78        |
| <b>Conclusões .....</b>  | <b>85</b> |
| <b>Bibliografia e Fontes .....</b>   | <b>89</b> |
| <b>Apêndices .....</b>   | <b>93</b> |
| <b>Anexos .....</b>  | <b>95</b> |



## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1- Submarino Turtle .....   | 5  |
| Figura 2- Submarino Nautilus .....   | 6  |
| Figura 3- CSS Hunley.....  | 8  |
| Figura 4- Submarino Plongeur .....   | 9  |
| Figura 5-Condições mínimas de participação no concurso para construção de submersível francês..... | 11 |
| Figura 6- Casco de submersível desenvolvido pelo Engenheiro Laubeuf.....                           | 12 |
| Figura 7- Submarino Neptuno em 1961 .....  | 17 |
| Figura 8-Embarcação salvamento a bordo do Plongeur em 1863 .....                                   | 18 |
| Figura 9- Escape submarino no início do século XX .....  | 21 |
| Figura 10- Ascensão livre através de uma eclusa.....   | 22 |
| Figura 11- Hall-Rees Apparatus em 1904 .....   | 24 |
| Figura 12- Hall-Rees Apparatus em 1907 .....   | 25 |
| Figura 13- Davis Submarine Escape Apparatus em 1927 .....  | 26 |
| Figura 14- Charles Momsen com o Momsen Lung envergado .....  | 28 |
| Figura 15- Steinke Hood em 1963.....   | 30 |
| Figura 16-Torre de escape livre em Cartagena, Espanha .....  | 32 |
| Figura 17- Exercício EXCAPEX 20 na Base Naval de Lisboa.....                                       | 35 |
| Figura 18- Cenário típico de operação do DSRV .....  | 38 |
| Figura 19- Veículo de resgate submarino pertencente ao NSRS a ser arriado pela PLARS .....         | 41 |
| Figura 20- PRM Falcon a ser arriado pela LARS .....  | 43 |
| Figura 21- Submarine Rescue Chamber (SRC).....   | 44 |
| Figura 22- Escotilhas / Eclusas da classe Tridente .....   | 46 |
| Figura 23 -Balsas salva-vidas da classe Tridente .....   | 47 |
| Figura 24- Modelo batimétrico da Península Ibérica .....   | 50 |
| Figura 25- Submarino Brandtaucher em 1851 .....  | 54 |
| Figura 26- U-Boat durante a Primeira Guerra Mundial .....  | 55 |
| Figura 27- Popa do submarino S-5 no acidente em 1920.....  | 56 |
| Figura 28- Compartimentos do K-141 Kursk.....  | 64 |
| Figura 29- Website oficial da ISMERLO .....  | 65 |



|  |    |
|--|----|
| Figura 30- Área de busca do acidente do ARA San Juan.....                          | 74 |
| Figura 31- Local explosão e possível profundidade do acidente do ARA San Juan..... | 75 |
| Figura 32- MacCann Rescue Chamber em 1939.....                                     | 78 |
| Figura 33- Compartimentos do USS Squalus.....                                      | 82 |



## **Índice de Tabelas**

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 1- Tempos estimados de chegada do sistema de salvamento NATO Submarine Rescue System (NSRS) e do sistema de salvamento norte-americano (SRDRS) à última posição conhecida do submarino (DATUM)..... | 48  |
| Tabela 2- Resumo anexo H por países .....  | 105 |
| Tabela 3- Resumo anexo H por causas.....   | 106 |





## **Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos**

**AA-** Alerting Authority  
**AIS-** Automatic Identification System  
**ARA-** Armada da República Argentina  
**ARA-** Aparelho Respiração Autónomo  
**ASW-** Anti-Submarine Warfare  
**BIBS-** Build In Breathing System  
**CHC-** Câmara Hiperbárica Contentorizada  
**CMRE-** Centre for Maritime Research and Experimentation  
**CTBTO-** Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization  
**DISSUB-** Distressed Submarine  
**DSEA-** Davis Submarine Escape Apparatus  
**EAB -** Emergency Air Breathing  
**ECB-** Expendable Communications Buoy  
**ELSS-** Emergency Life Support Stores  
**EPIRB-** Emergency Position Indicating Radio Beacon  
**E.U.A-** Estados Unidos da América  
**GG-** Gerador de Gases  
**IROV-** Intervention Remotely Operated Vehicle  
**LARS-** Launch and Recovery System  
**MOSHIP-** Mother Ship  
**MOSUB-** Mother Submarine  
**NA-** National Authority  
**NSRS-** NATO Submarine Rescue System  
**PLARS-** Portable Launch and Recovery System  
**PLB-** Personal Locator Beacons  
**PRMS-** Pressurised Rescue Module System  
**RESUS -** Rescue System for Submarines  
**ROV-** Remote Operated Vehicle  
**SDS-** Submarine decompression System  
**SEIE-** Submarine Escape Immersion Equipment  
**SETT-** Submarine Escape Training Tank



**SMERAS TF-** Submarine Escape Rescue Abandonment and Survival Training Facility

**SMER-** Submarine Escape and Rescue

**SPAG-** Submarine Parachute Assistance Group

**SRV-** Submarine Rescue Vehicle

**SRC-** Submarine Rescue Chamber

**SRDRS-** Submarine Rescue Diving and Recompression System

**SUBOPAUTH-** Submarine Operating Authority

**TSF-** Telegrafia Sem Fios

**TUP-** Transfer Under Pressure

**USS-** United States Ship

**USSR-** Union of Soviet Socialist Republics

**VOO-** Vessel Of Opportunity

## **Introdução**

A presente dissertação tem como objetivo abordar a história por detrás dos acidentes com submarinos e de que forma a busca e salvamento dos mesmos evoluiu.

Aquando de um acidente envolvendo um submarino existem duas opções para a guarnição se salvar, o escape, que é o processo em que a guarnição abandona o submarino por meios próprios de modo a chegar à superfície, ou esperar que seja efetuada uma operação de resgate. Nos primórdios da busca e salvamento de submarinos deu-se primazia ao escape, tendo os primeiros aparelhos de respiração autónomos aparecido no início do século XX.

Inicia-se esta dissertação com a história do desenvolvimento dos submarinos, de modo a ter uma melhor perceção de como evoluiu o submarino ao longo dos tempos, a fim de correlacionar com os acidentes ocorridos, as capacidades existentes, até então.

No segundo capítulo, será apresentado por ordem cronológica, a evolução tanto dos meios de escape, como dos meios de resgate de tripulantes a partir de submarinos acidentados. Assim como, as capacidades no âmbito do salvamento submarino existentes em Portugal e na classe *Tridente*.

Posteriormente, no terceiro capítulo, consta a análise de vários acidentes envolvendo submarinos, de modo a perceber quais as principais causas dos acidentes, quais os métodos de busca e salvamento que foram utilizados e quais os avanços tecnológicos decorrentes de cada um dos acidentes.

Um dos acidentes mais marcantes foi definitivamente o *Kursk*, o submarino nuclear russo que afundou em agosto de 2000, e que chocou o mundo devido à falta de cooperação internacional para o resgate dos tripulantes a bordo de um submarino em caso de acidente, este sentimento despoletou uma vontade internacional de revolucionar e melhorar a busca e salvamento submarina no século XXI.

Por fim, o quarto capítulo, é dedicado à primeira operação de resgate submarino realizada com sucesso na história da humanidade, a bordo do USS *Squalus*, em 1939, com recurso à *MacCann Rescue Chamber*.

Para a realização da dissertação, três obras base foram consultadas. A primeira, denominada "*Sous-Marins et Torpilles*", uma enciclopédia francesa de mecânica aplicada, escrita em 1923 pelos engenheiros Maxime Laubeuf, o responsável pela construção do primeiro submersível na história, o *Narval*, e por Henri Stroh. Esta obra,



que serviu de base para o primeiro capítulo sobre a história do desenvolvimento dos submarinos, foi desenvolvida por dois engenheiros que tinham plena noção do desenvolvimento dos submarinos, não só por estarem diretamente ligados à construção de submarinos e submersíveis, mas também porque “O submarino deve o seu nascimento ao espírito francês” – tal como disse o Almirante alemão Bauer.<sup>1</sup>

A segunda obra foi escrita em 2002 por Spencer Dunmore, em conjunto com o Dr. Robert Ballard e com David Perkins. Fazendo uma breve introdução sobre os autores, Spencer Dunmore é um escritor especializado em história, tendo já escrito diversos livros que foram *bestsellers*. Dr. Robert Ballard, oceanógrafo reconhecido mundialmente, é um dos responsáveis pela descoberta do lendário navio que afundou em 1912, o *Titanic*, assim como de um dos mais importantes couraçados alemães da Primeira Guerra Mundial, o *Bismarck*. Por último, mas não menos importante, David Perkins, experiente submarinista canadiano que serviu tanto a Marinha Britânica como a Marinha Canadiana, tendo já escrito diversos artigos sobre a história e o desenvolvimento dos submarinos. Esta obra aborda os principais acidentes envolvendo submarinos que ocorreram na história, tal como o título da obra indica, “*Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost-and found*”, foi utilizada com maior incidência no terceiro e quarto capítulo.

Por fim, a terceira obra base para elaboração da dissertação foi o livro “*The Terrible Hours*” escrita por Peter Maas em 2001. Esta obra é dedicada a Charles Momsen, o responsável pela invenção do *Momsen Lung* abordado no segundo capítulo e um dos responsáveis pelo desenvolvimento da *MacCann Rescue Chamber*. Para além disso, esta obra relata diversos acidentes que foram importantíssimos no desenvolvimento dos meios de salvamento submarinos, tais como o USS *S-5*, o USS *S-51*, o USS *S-4* e por fim o USS *Squalus*.

---

<sup>1</sup> Maurício Oliveira, *Os Submarinos na Marinha Portuguesa*, 4ª Edição, Lisboa, Revista de Marinha, 2018, p.13.



## **1. História do desenvolvimento dos submarinos**

O desejo de navegar em imersão e de explorar o fundo dos oceanos, há muito tempo que foi manifestado pelo ser humano. As mentes mais brilhantes da humanidade conduziram esforços de modo a conceber projetos de submarinos. Recuando aos primórdios da navegação submarina, muito antes de existirem submarinos ou mesmo projetos dos mesmos, o homem começou por mergulhar usando sinos de mergulhador, câmaras rígidas que eram capazes de transportar pessoas em imersão. No ano de 381 a.C. Aristóteles escreve que Alexandre da Macedónia utilizou um sino de mergulho num conflito entre os gregos e os persas. Contudo, só a partir do Renascimento é que surgiram os primeiros protótipos de um navio capaz de “andar sob as águas”.<sup>2</sup>

A primeira tentativa registada de navegar num veículo submarino ocorreu em 1620, no Rio Tamisa, quando o médico holandês Van Drebbel, navegou perante o rei Jorge I num submarino movido a remos.<sup>3</sup>

No início do século XIX, os primeiros submarinos que foram criados, eram efetivamente submarinos, uma vez que tinham essencialmente cascos concebidos para navegar apenas em imersão, assim como o sistema de propulsão, no entanto, não estavam preparados para navegar à superfície com condições de mar adversas e a sua autonomia era muito limitada. Por esse motivo, foi inclusive, considerada a possibilidade de criar porta-submarinos, navios que levariam os submarinos até à área de operações.<sup>4</sup>

O conceito de submersível, surge apenas em 1896, com a criação de um navio com duplo casco e com elevada reserva de flutuabilidade<sup>5</sup>. O casco resistente, que permite submergir, e o casco exterior, que confere características hidrodinâmicas adequadas à navegação à superfície. Nasce assim o conceito de “submersível”, que iria vigorar até final da Segunda Guerra Mundial.<sup>6</sup>

---

<sup>2</sup> *Ibidem*, p.11.

<sup>3</sup> Vasco Ferreira e Joaquim Henriques, *Os submersíveis*, Lisboa, Ottosgráfica Conde Barão, 1929, p. 2.

<sup>4</sup> António Canas, *Os Submarinos em Portugal*, Lisboa, Prefácio, 2009, p. 15.

<sup>5</sup> Reserva de flutuabilidade: diferencial entre o deslocamento à superfície e o deslocamento em imersão.

<sup>6</sup> A. Canas, *Os Submarinos em Portugal*, p. 23–30.

“Inicialmente, aplicava-se o termo “submersível” a navios que navegavam normalmente à superfície, tendo, no entanto, a capacidade de navegar em imersão por curtos períodos”.<sup>7</sup>

Antes da Segunda Guerra Mundial já existiriam planos para construir submarinos com capacidade para navegar longos períodos em imersão. Contudo, apenas no final da Segunda Guerra Mundial o submersível deu novamente lugar ao submarino, com o aparecimento de submarinos equipados com um tubo “*snort*”, tubo que permite a aspiração de ar para o funcionamento dos geradores que carregam as baterias. Posteriormente, em 1955, ocorre a construção do primeiro submarino nuclear, o USS *Nautilus*.

## **1.1 Origens da navegação submarina**

Em 1776, surge o primeiro submarino com capacidades bélicas, o *Turtle*, criado pelo norte-americano Bushnell. No decorrer da guerra da independência americana, o *Turtle* foi empenhado no confronto contra Inglaterra, com o objetivo de perfurar o casco do navio inglês, colocar um explosivo e de seguida afastar de modo a não ser afetado pela explosão. Mas houve um imprevisto que Bushnell não tinha calculado, a fragata *Eagle*, apesar de ter o casco em madeira, tinha um revestimento de cobre, o que impediu o submarino americano de conseguir introduzir o explosivo no casco. Por esse motivo, o sargento Lee, que ia a bordo do *Turtle* nesse mesmo dia, abandonou a carga explosiva no fundo tendo criado um enorme ruído cerca de uma hora depois.<sup>8</sup>

Em termos de características, o *Turtle* era bastante avançado para a época em questão, o seu casco era constituído por peças de carvalho ligadas com barras de ferro, um lastro de chumbo na parte inferior para garantir a estabilidade, bombas de água para encher os tanques, uma hélice de propulsão movida por uma manivela, um tubo para fornecimento de ar, um aparelho de perfuração para colocar as minas nos cascos dos navios inimigos e um controlador de profundidade que era também uma hélice mas neste caso com eixo vertical. O operador entrava pela única escotilha do submarino, na parte

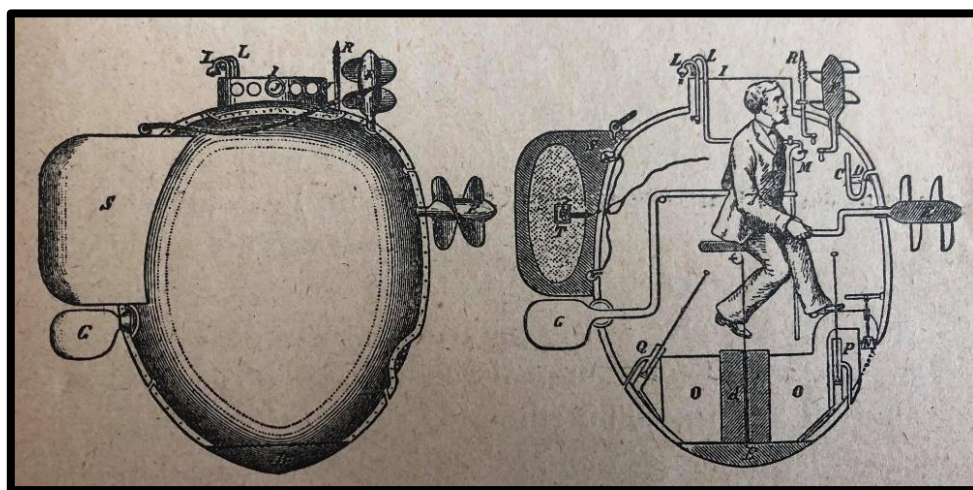
---

<sup>7</sup> José Mendes, *Setenta e cinco anos no mar*, vol. 5, Lisboa, 1991, p.10.

<sup>8</sup> A. Canas, *Os Submarinos em Portugal*, p. 23–24.

superior, e era ele que tinha de controlar tudo, incluindo a manivela de propulsão horizontal, que não era tarefa fácil, por esse motivo, uma das desvantagens era a baixa velocidade que conseguia atingir.<sup>9</sup>

Podemos considerar o *Turtle* como o primeiro submarino “operacional” e muitas das características presentes neste projeto mantiveram-se ao longo dos tempos. É de enaltecer o facto de Bushnell ter sido o primeiro a construir um submarino com capacidades, equipamentos e características tais como: tanque de lastro, bombas de água, lastro destacável e o próprio sistema de propulsão utilizando uma manivela com uma hélice no exterior.<sup>10</sup>



*Figura 1- Submarino Turtle*

*Fonte- Maxime Laubeuf e Henri Stroh, Sous-Marins Torpilles et Mines, Paris, Libraire J.B Baillière et Fils, 1923, p. 9.*

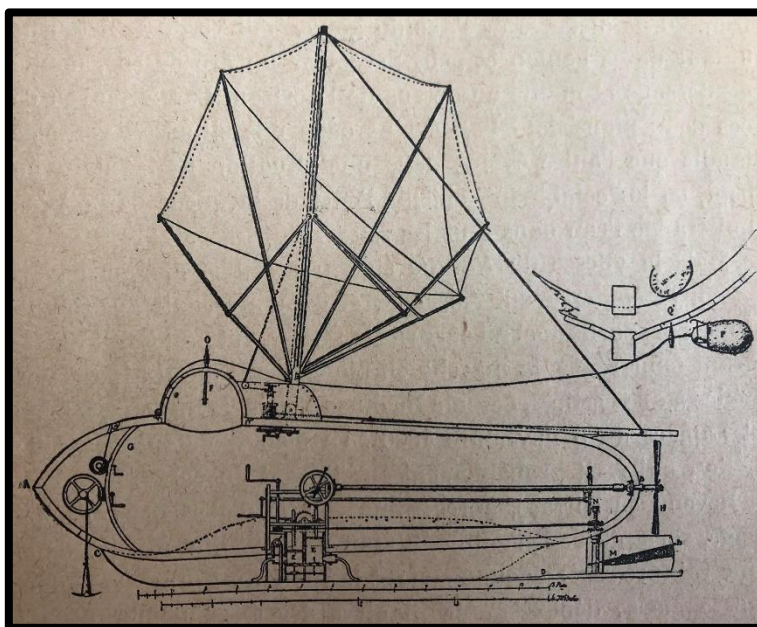
Passados 24 anos, em 1800, o americano Robert Fulton iniciou um projeto de construção de um submarino com o Estado Francês, a que deu o nome de *Nautilus*. Em termos de características estruturais, o *Nautilus* era constituído por duas grandes peças de madeira devidamente calafetadas e seladas a cobre e a ferro, de modo a resistir à entrada de água e à pressão hidrostática ao mergulhar. Junto à quilha do submarino encontrava-se um tanque de lastro feito em chapa metálica, uma grande inovação na altura, tanto o

<sup>9</sup> V. Ferreira e J. Henriques, *Os submersíveis*, p. 2–4.

<sup>10</sup> *Ibidem*, p. 4.

revestimento como o tanque de lastro, pois o uso de metais na construção de submarinos era bastante embrionário.<sup>11</sup>

A propulsão era feita através de uma hélice controlada através de uma manivela e a manobra do submarino através de um leme de eixo vertical, contudo, o que diferenciou este submarino foi a vela que foi instalada na parte superior, de modo a aumentar a velocidade quando navegava à superfície, permitindo percorrer maiores distâncias.<sup>12</sup>



*Figura 2- Submarino Nautilus*

*Fonte- Maxime Laubeuf e Henri Stroh, Sous-Marins Torpilles et Mines, Paris, Librairie J.B Baillière et Fils, 1923, p. 11.*

O *Brandtaucher*, foi um dos vários submarinos desenvolvidos pelo almirante alemão Bauer. Em 1850, em Kiel, Bauer ao realizar experiências com o submarino afugentou navios inimigos que bloqueavam o porto de Kiel. Já em 1851, Bauer efetuou novas experiências em imersão com dois marinheiros, contudo, não foi bem-sucedido, devido ao facto de o casco do submarino ter cedido, tendo o submarino assentado no fundo a uma profundidade de 18 metros. O escape só foi possível após a entrada de água ter sido forçada, de modo a igualar a pressão interior e exterior, caso contrário não seria

<sup>11</sup> Maxime Laubeuf e Henri Stroh, *Sous-Marins Torpilles et Mines*, Paris, Librairie J.B Baillière et Fils, 1923, p. 10.

<sup>12</sup> A. Canas, *Os Submarinos em Portugal*, p. 24.

possível abrir a escotilha para que os membros da guarnição saíssem do submarino e nadassem até à superfície.<sup>13</sup>

Posteriormente, Bauer dirige-se à Rússia, onde encontrou apoio para a construção de um novo projeto, que viria a ser batizado por *Diabo Marinho*. No entanto, o governo russo impôs algumas exigências para a continuação do investimento, uma delas era que o submarino teria de passar sob a quilha de um navio ao largo da costa de Cronstad. Esta operação não foi bem-sucedida, tendo o submarino encalhado devido ao facto de Bauer não ter calculado a profundidade na área. Só foi possível voltar à superfície depois de soltar o lastro destacável do submarino, no entanto, devido à precipitação da guarnição em sair do submarino, este foi perdido. Posto isto, a Rússia perde o interesse no submarino e no projeto de Bauer.<sup>14</sup>

Entre 1861 e 1865, decorreu a Guerra da Secessão ou Guerra Civil dos Estados Unidos. Nesta altura, foram construídos diversos submarinos, especialmente por parte dos confederados, de modo a afundar os navios que bloqueavam os seus portos. Um dos mais conhecidos foi concebido por Horace Hunley, constituído por uma guarnição de nove elementos, oito para mover a hélice e o comandante que era o responsável pela manobra do navio. Este submersível teve um percurso bastante atribulado, uma vez que teve diversos naufrágios em que muitos deles, membros da guarnição morreram.<sup>15</sup>

Foi recuperado de todos os acidentes e a 17 de fevereiro de 1864 foi empenhado num ataque contra a corveta federal *Housatonic*. O plano seria colocar um explosivo no casco do navio inimigo e detoná-lo, assim que, o submarino estivesse a uma distância de segurança. Contudo, a detonação não foi feita a uma distância apropriada, e o *Hunley*, nesse mesmo dia, afundou e todos os ocupantes morreram. Ainda assim, “Pode ser considerado o primeiro submarino a ter uma utilização militar bem-sucedida”.<sup>16</sup>

---

<sup>13</sup> Mariotte, *Os Submarinos*, Lisboa, Almeida & Miranda de Sousa, 1916, p. 56–57.

<sup>14</sup> A. Canas, *Os Submarinos em Portugal*, p. 26.

<sup>15</sup> *Ibidem*, p. 27.

<sup>16</sup> *Ibidem*, p. 27.



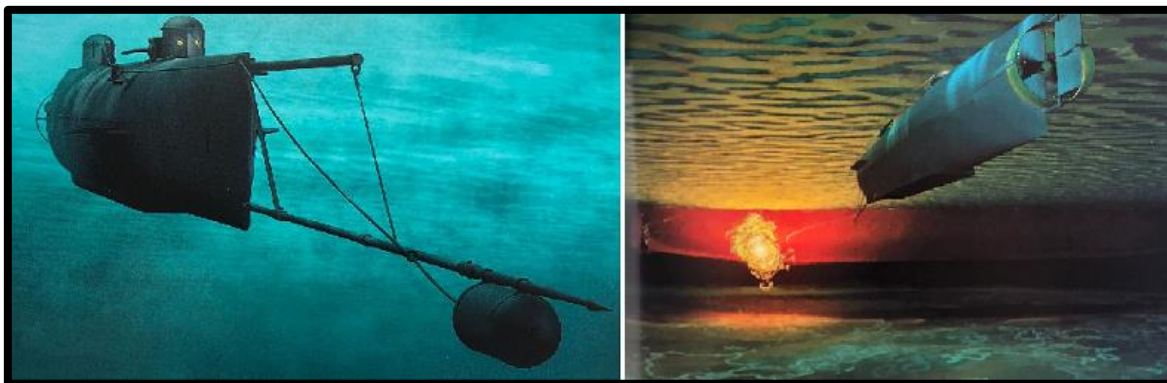


Figura 3- CSS Hunley

Fonte- Spencer Dunmore, Robert Ballard e David Perkins, *Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found*, Singapura, Perseus Press, 2002, p. 23-25.

## 1.2 Submarinos “modernos”

Em 1863 surge o que é considerado o primeiro submarino “moderno”, por ser o primeiro submarino da história com propulsão mecânica, o *Plounger*. Criado por dois franceses, pelo almirante Bourgois e o engenheiro Charles Brun.<sup>17</sup> E tal como disse o almirante alemão Bauer, o responsável pela criação do submarino *Brandtaucher*, “O submarino deve o seu nascimento ao espírito francês”.<sup>18</sup>

O submarino, projetado de acordo com as ideias do almirante Bourgois e desenhado pelo engenheiro Brun, era feito de ferro, tinha 42 metros de comprimento e seis metros de largura, três metros de altura, deslocando 420 toneladas à superfície e 453 em imersão, medidas bastante superiores aos submarinos que foram anteriormente apresentados.<sup>19</sup>

A sua propulsão era feita através de ar comprimido, possuindo 23 tanques de ar, o que se veio a verificar ser demasiado peso, produzindo apenas quatro nós de velocidade e atribuindo a este submarino um raio de ação bastante reduzido. Para além disso, o *Plounger* tinha uma falha grave ao nível do escape do ar utilizado pelo motor, criando uma esteira facilmente visível, comprometendo a presença do submarino.<sup>20</sup>

Voltamos a encontrar o uso de um leme de eixo vertical, como no *Nautilus* de Fulton, assim como uma hélice de eixo vertical para controlo da profundidade igual à que

<sup>17</sup> M. Laubeuf e H. Stroh, *Sous-Marins Torpilles et Mines*, p. 15.

<sup>18</sup> M. Oliveira, *Os Submarinos na Marinha Portuguesa*, p. 13.

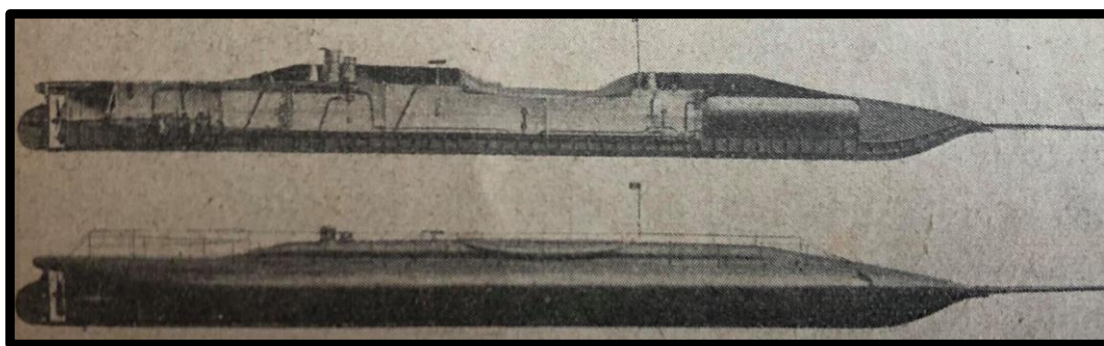
<sup>19</sup> M. Laubeuf e H. Stroh, *Sous-Marins Torpilles et Mines*, p. 15-16.

<sup>20</sup> *Ibidem*, p. 16.

Bushnell usou, mas desta vez não tão eficaz, porque as suas dimensões mostraram-se insuficientes relativamente à elevada massa do submarino.<sup>21</sup> Para além disso, este submarino apresentava uma baixa estabilidade longitudinal, devido ao seu excessivo comprimento.<sup>22</sup>

A propulsão do *Plongeur* foi definitivamente revolucionária, mas de longe perfeita, problemas como o peso dos tanques de ar comprimido, as baixas velocidades atingidas e o escape de ar que se tornava comprometedor, só tiveram solução com a invenção do motor elétrico.<sup>23</sup>

Apesar de não ter conseguido criar um submarino perfeito, para além da propulsão revolucionária, o engenheiro Charles Brun criou algo que nunca tinha sido feito até então, uma embarcação de salvamento, assunto que irá ser abordado no segundo capítulo.



*Figura 4- Submarino Plongeur*

*Fonte- Maxime Laubeuf e Henri Stroh, Sous-Marins Torpilles et Mines, Paris, Librairie J.B Baillière et Fils, 1923, p. 17.*

França foi pioneira na criação dos primeiros submarinos elétricos, em 1887 surge o *Gymnote*, projeto traçado pelo engenheiro Dupuy de Lôme, mas que foi concluído por Gustave-Zédé. Este projeto foi iniciado não para criar um submarino capaz de ir para a guerra, mas sim para resolver os problemas ainda existentes na navegação submarina.<sup>24</sup> Era descrito como um “Navio de experiência, com uma estabilidade perfeita em imersão”.<sup>25</sup>

---

<sup>21</sup> *Ibidem*, p. 15–17.

<sup>22</sup> *Ibidem*, p. 18.

<sup>23</sup> *Ibidem*, p. 18.

<sup>24</sup> *Ibidem*, p. 19.

<sup>25</sup> M. Oliveira, *Os Submarinos na Marinha Portuguesa*, p. 14.

Construído em aço, o *Gymnote* tinha 18 metros de comprimento, um metro de largura e 31 toneladas de deslocamento. Ao nível da propulsão, foi equipado com um motor elétrico *Krebs* de 50 cavalos alimentado por uma bateria que pesava 9 toneladas e que quando esgotava era necessário voltar a terra para ser recarregada. Apesar do peso da bateria ser elevado, o *Gymnote* conseguia atingir uma velocidade de sete nós à superfície e cinco nós em imersão, contando com um raio de ação de 65 milhas náuticas a cinco nós.<sup>26</sup>

Após as experiências com o *Gymnote*, chegou à altura de criar um submarino com as características do *Gymnote*, mas com capacidade bélica. Em 1889 surge o submarino *Gustave-Zédé*, criado pelo próprio Gustave com a ajuda do Engenheiro Naval Romazzotti.<sup>27</sup>

Este submarino era muito semelhante ao *Gymnote*, no entanto, voltamos a encontrar medidas bastante superiores tal como tinha o *Plounger*, 48 metros de comprimento, três metros de largura, deslocando 266 toneladas à superfície e 272 em imersão. Como meio de propulsão utilizava um motor elétrico, equipado com baterias que ao esgotarem era necessário voltar à base para recarregar, tal como o *Gymnote*, conseguindo atingir 12 nós de velocidade à superfície e 10 nós em imersão e possuindo uma autonomia de 175 milhas náuticas a uma velocidade de cinco nós, o que eram números excelentes na altura, tornando-o um excelente meio de defesa própria perto de costa. Estava equipado com um tubo lança torpedos na proa, contudo este submarino não possuía periscópio, o que dificultava a aquisição do alvo para efetuar um disparo certo.<sup>28</sup>

### **1.3 Os submersíveis**

Tal como foi referido no início do capítulo, existiam nesta fase dois grandes problemas, a autonomia e a capacidade de navegar à superfície.

---

<sup>26</sup> M. Laubeuf e H. Stroh, *Sous-Marins Torpilles et Mines*, p. 20.

<sup>27</sup> *Ibidem*, p. 22.

<sup>28</sup> *Ibidem*, p. 23.



Podemos diferenciar um submarino de um submersível tendo em conta as seguintes quatro características: o sistema de construção, a reserva de flutuabilidade, a forma do casco e o sistema de propulsão.<sup>29</sup>

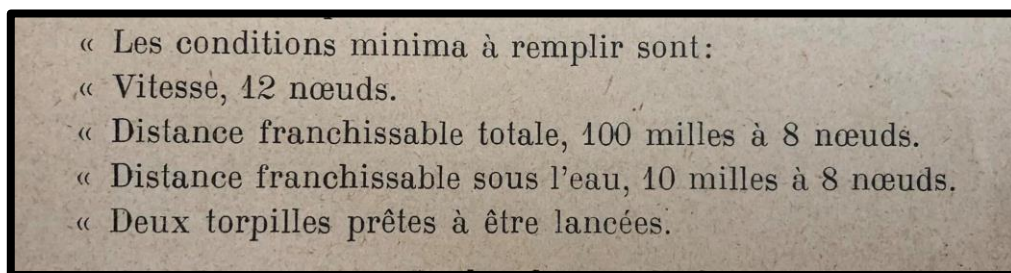
O sistema de construção, ou seja, eliminando os tanques de lastro interiores usado nos submarinos até esta altura e passando para uma construção com duplo casco, o casco exterior e o casco interior que é resistente à pressão hidrostática.

A reserva de flutuabilidade, que nos submersíveis é bastante maior, assegurando qualidades náuticas superiores, nomeadamente a estabilidade.

A forma do casco, que nos submersíveis, foi concebida com características capazes de navegar à superfície.

E por fim, a existência de dois tipos de motores predominantes. Os motores térmicos para navegação à superfície e recarregamento das baterias. E os motores elétricos para navegação em imersão.

Em 1896, abriu em França um concurso com o propósito de encontrar ideias inovadoras para a navegação submarina, concurso que foi ganho pelo Engenheiro Laubeuf, com o projeto do submersível *Narval*.<sup>30</sup>



*Figura 5-Condições mínimas de participação no concurso para construção de submersível francês*

*Fonte- Maxime Laubeuf e Henri Stroh, Sous-Marins Torpilles et Mines, Paris, Librairie J.B Baillière et Fils, 1923, p. 29.*

Na figura 5 podemos observar os requisitos que eram pedidos para a construção do submersível. Passando a traduzir: velocidade 12 nós; distância total, 100 milhas a 8 nós; distância em imersão, 10 milhas a 8 nós; dois torpedos prontos a lançar.

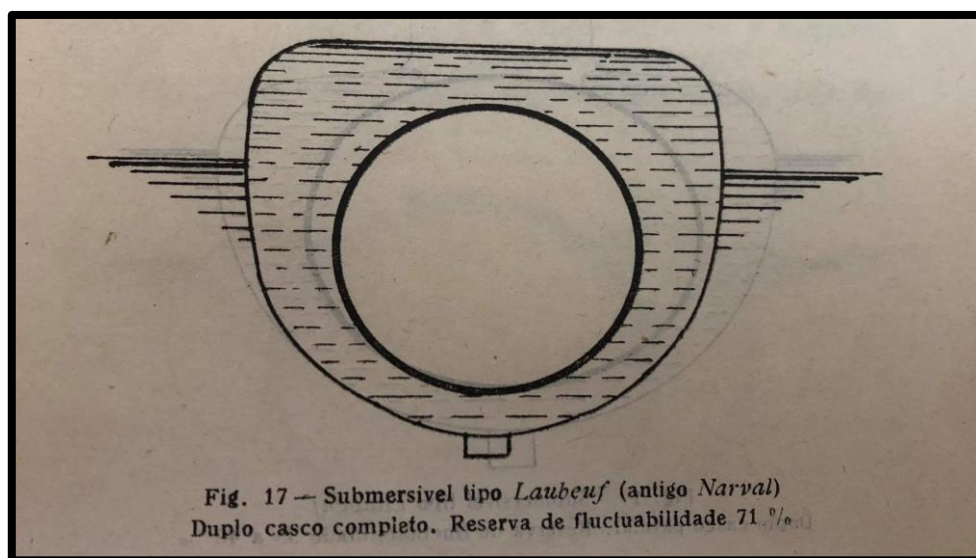
<sup>29</sup> V. Ferreira e J. Henriques, *Os submersíveis*, p. 28–29.

<sup>30</sup> M. Laubeuf e H. Stroh, *Sous-Marins Torpilles et Mines*, p. 29.

Nasce assim, o primeiro submersível, que vem resolver tanto o problema da autonomia, como o da capacidade de navegar à superfície.

O *Narval*, estava capacitado de uma máquina para propulsão a vapor que recarregava as baterias. Estas baterias, alimentavam outro motor elétrico para utilização em imersão. Os motores a gásóleo ou gasolina estavam ainda numa fase embrionária e a Marinha Francesa não quis correr riscos ao colocar um motor deste tipo, uma vez que, eram propícios à ocorrência de explosões.<sup>31</sup>

Este submersível foi construído com casco duplo o que lhe conferia as características de um submersível explicadas anteriormente.<sup>32</sup>



*Figura 6- Casco de submersível desenvolvido pelo Engenheiro Laubeuf*

*Fonte- Vasco Taborda Ferreira e Joaquim Almeida Henriques, Os submersíveis, Lisboa, Ottoprática Conde Barão, 1929, p. 33.*

Por fim, os Estados Unidos, confiaram a construção de submarinos ao engenheiro John Holland, que em 1899, terminou a construção do submarino *Holland*. Este submarino navegava à superfície usando um motor a gasolina, carregando as baterias utilizadas para navegar em imersão. O facto de o submarino conseguir carregar as baterias autonomamente, aumentou o raio de ação do submarino, não sendo necessário regressar à base para recarregar as mesmas e sendo assim possível afastar-se mais de costa.<sup>33</sup>

<sup>31</sup> *Ibidem*, p. 30.

<sup>32</sup> *Ibidem*, p. 31–32.

<sup>33</sup> A. Canas, *Os Submarinos em Portugal*, p. 29.

Contudo, este submarino, apesar das vantagens na propulsão, não possuía duplo casco como o *Narval*, o que lhe conferia uma baixa reserva de flutuabilidade e por isso não tinha as mesmas qualidades náuticas que o *Narval* para navegar à superfície.<sup>34</sup>

A construção do *Narval* e do *Holland* marcaram profundamente o desenvolvimento da arma submarina, daqui em diante, apesar de se ter continuado a construir submarinos, os submersíveis começam a ganhar supremacia e várias são as nações que iniciam a construção dos seus próprios submersíveis. Inglaterra, em 1901, compra os projetos a John Holland e inicia a construção dos seus submersíveis. Em 1905, nasce o *Glauco*, primeiro submersível italiano, assim como a Alemanha inicia a construção da classe *Krupp*, sendo estas nações, apenas exemplos das várias que iniciaram a construção de submersíveis.<sup>35</sup>

“Mas, com o século XIX, podia considerar-se encerrado o período das longas e penosas tentativas, e os sucessivos aperfeiçoamentos deste novo meio de guerra iriam dentro em breve dar-lhe o elevado grau de eficiência que a Grande Guerra revelou ao mundo.”<sup>36</sup>

---

<sup>34</sup> V. Ferreira e J. Henriques, *Os submersíveis*, p. 22–23.

<sup>35</sup> *Ibidem*, p. 23.

<sup>36</sup> *Ibidem*, p. 23.



## 2. História da Busca e Salvamento

### 2.1 Primórdios da Busca e Salvamento

Muito antes de existirem meios de escape ou meios de salvamento, aquando de um acidente com um submarino, a primeira reação era tentar trazer o submarino à superfície ou de alguma forma conseguir escapar do submarino e nadar. Se recuarmos ao primeiro capítulo, exemplos como o do *Brandtauscher*, quando afundou em Kiel e

“Graças ao sangue-frio do inventor, que estava a bordo, foram abertas válvulas que permitiram o alagamento do submarino, equilibrando as pressões interna e externa, possibilitando assim a abertura da escotilha, tendo os tripulantes nadado até à superfície.”<sup>37</sup>

Demonstram-nos que até ao século XX eram escassos os métodos de resgate exteriores ao submarino e que a guarnição estava por sua conta em caso de emergência.

De modo a trazer o submarino à superfície em caso de emergência, os submarinos estavam equipados com um lastro destacável, uma peça colocada geralmente na quilha, que em caso de emergência era solta através de uma alavanca ou de um sistema semelhante.<sup>38</sup> O *Turtle* em 1776, já possuía este sistema, que foi aplicado em praticamente todos os submarinos que se seguiram na sua linha temporal.<sup>39</sup> No entanto, este sistema tinha uma enorme desvantagem, que era o facto de reduzir significativamente a estabilidade dos submarinos, que perdiam muitas vezes a capacidade de voltar a mergulhar, sendo por isso, uma ação de último recurso.<sup>40</sup>

Outro método adotado pelos submarinos para vir rapidamente à superfície foi e continua a ser, em alguns casos, a descarga dos sistemas de ar comprimido, por forma a esgotar os tanques lastro rapidamente. Nos primeiros submersíveis que surgiram, ao terem reservas de flutuabilidade elevadas graças ao duplo casco, este sistema era, na

---

<sup>37</sup> A. Canas, *Os Submarinos em Portugal*, p. 25.

<sup>38</sup> M. Laubeuf e H. Stroh, *Sous-Marins Torpilles et Mines*, p. 498–499.

<sup>39</sup> *Ibidem*, p. 8–34.

<sup>40</sup> *Ibidem*, p. 499.

maior parte dos casos, ineficaz, devido ao facto da quantidade de ar comprimido injetado não ser suficiente para esgotar rapidamente os tanques de lastro em caso de emergência.<sup>41</sup>

Existem atualmente, sistemas muito mais avançados que se baseiam neste princípio, tal como o sistema RESUS (*Rescue System for Submarines*), este sistema tem como principal função trazer o submarino rapidamente à superfície em caso de emergência. Os submarinos com esta capacidade estão equipados com geradores de gases (GG) que irão esgotar o tanque de lastro principal e atribuir ao submarino flutuabilidade positiva, fazendo com que o mesmo venha à superfície. A quantidade de gases injetados, depende diretamente da profundidade a que esteja o submarino e do peso que contenha.<sup>42</sup>

O sistema RESUS, não necessita de qualquer tipo de energia para ser acionado, podendo ser ativado manualmente, automaticamente, ou estabelecendo previamente uma profundidade limite. Criado com base nos conhecimentos da indústria espacial, este sistema funciona a partir da decomposição catalítica de hidrazina ( $N_2H_4$ ) transformando-se num gás pressurizado quente que é posteriormente conduzido para os tanques de lastro e que faz com que a água seja esgotada dos mesmos, atribuindo rapidamente flutuabilidade positiva ao submarino.<sup>43</sup>

A partir dos 400 metros de profundidade, os sistemas de ar comprimido não são eficazes o suficiente para esgotar a água dos tanques de lastro em tempo útil, sendo o RESUS a única opção para imergir (excluindo a propulsão do submarino), sendo por esse motivo, um sistema com elevado grau de importância para as Marinhas que operam submarinos em águas com profundidades superiores ao valor anteriormente referido.<sup>44</sup>

Para além do lastro destacável e da descarga de ar comprimido, é usual os submarinos realizarem uma manobra de reação imediata caso ocorra uma franca entrada de água no casco. Esta manobra consiste em dar caimento a ré ao submarino e aumentar a propulsão, enquanto se esgota os tanques de lastro, de modo a diminuir rapidamente a profundidade e o caudal de água que entra no submarino, caudal que é diretamente proporcional à pressão a que o submarino está exposto. Na figura 7, é possível verificar o submarino português *Neptuno*, a realizar a manobra acima descrita.

---

<sup>41</sup> *Ibidem*, p. 500–501.

<sup>42</sup> João Paz, *Salvamento de Submarinos e a 4ª Esquadilha*, Memória Final de Curso, Escola Naval, Alfeite, 2003, p. 28–29.

<sup>43</sup> ARIANEGROUP, *RESUS- Rescue Systems for Submarines*, <https://www.space-propulsion.com/resus/>, acedido em maio de 2021.

<sup>44</sup> *Ibidem*.



*Figura 7- Submarino Neptuno em 1961*

*Fonte- Maurício Oliveira, Os Submarinos na Marinha Portuguesa, 4ª Edição, Lisboa, Revista de Marinha, 2018, p.137.*

Tal como foi referido anteriormente, se nos situarmos nos finais do século XIX e mesmo início do século XX, muito poucos eram os meios de salvamento externos, ou pelo menos efetivos, por esse motivo, podemos considerar os meios de salvamento internos, ou seja, do próprio submarino, os mais adequados nesta altura. Temos então três principais meios de salvamento, o tubo extensível, a embarcação de salvamento destacável e por fim, os escafandros individuais.<sup>45</sup>

O tubo extensível consiste, tal como o nome indica, num tubo com diâmetro suficiente para a passagem de um Homem (sensivelmente 70 cm), e com um comprimento considerável. Contudo este sistema apenas era válido para profundidades baixas, e mesmo assim, nem sempre seria viável, devido à variação de pressão que se iria fazer sentir no interior do submarino, podendo causar danos físicos aos elementos da guarnição. E no caso de haver rombos no casco, poderia aumentar o caudal de água a entrar ao diminuir a pressão no interior do submarino. Este método, segundo consta, nunca chegou a ser utilizado.<sup>46</sup>

Em 1864, foi instalado no submarino francês *Plongeur*, uma embarcação de salvamento, esta embarcação estaria encaixada na parte superior do navio, e em caso de emergência, cada elemento da guarnição ocupava o seu lugar na embarcação. Após entrar

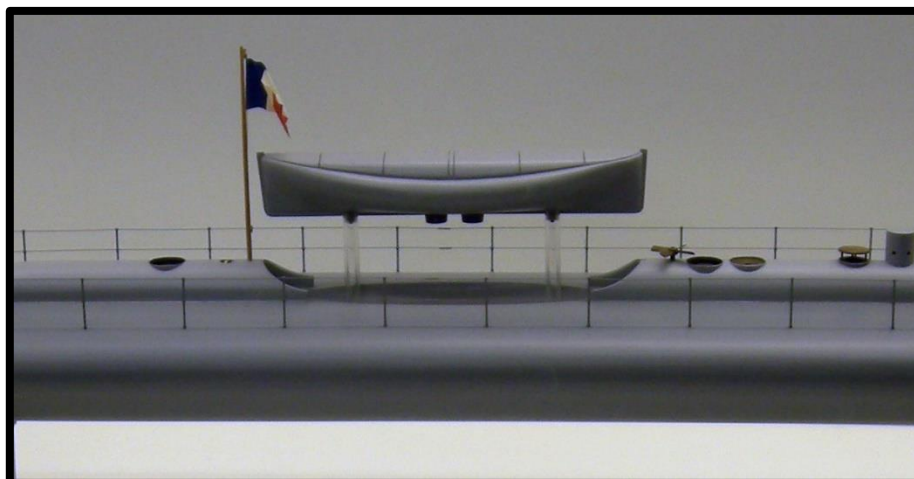
---

<sup>45</sup> M. Laubeuf e H. Stroh, *Sous-Marins Torpilles et Mines*, p. 511.

<sup>46</sup> *Ibidem*, p. 511–512.



o último elemento, destacava-se a embarcação do submarino, permanecendo à superfície. Esta pode ser considerada a primeira embarcação de salvamento a bordo de um submarino. Contudo, esta embarcação não teria qualquer utilidade em imersão, e quando utilizado à superfície não teria qualquer vantagem comparativamente a uma embarcação de salvamento de um navio de superfície.<sup>47</sup>



*Figura 8-Embarcação salvamento a bordo do Plongeur em 1863*

Fonte-[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Le\\_Plongeur\\_Munich.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/30/Le_Plongeur_Munich.jpg),  
acedido em novembro 2020.

Posto isto, o método mais utilizado nos primórdios do salvamento submarino foi o uso de escafandros individuais ou meios de respiração autónomos, que vão ser abordados no subcapítulo 2.2.<sup>48</sup>

### **2.1.1 Evolução das comunicações submarinas e dos equipamentos GMDSS (*Global Maritime Distress and Safety System*)**

O som na água propaga-se quatro vezes mais que rápido que no ar, por esse motivo, nos primórdios das comunicações submarinas, eram utilizados sinos em bronze que produziam sons bastante agudos, tal como os sonares atuais. Estes sinais eram recebidos à superfície, utilizando sons longos e curtos, foi assim possível criar uma linguagem, muito conhecida atualmente, o código Morse. Consoante as condições de mar, os sons produzidos podiam chegar até seis milhas náuticas de distância.<sup>49</sup>

---

<sup>47</sup> *Ibidem*, p. 18.

<sup>48</sup> *Ibidem*, p. 512–514.

<sup>49</sup> *Ibidem*, p. 487.



Para além das emissões para o exterior, também as escutas de sons exteriores ao submarino eram essenciais. Surgiram durante a Primeira Guerra Mundial, aparelhos de escuta direta, sem qualquer circuito elétrico, que consistiam num aparelho cónico em metal, onde se escutava diretamente os ruídos exteriores.<sup>50</sup>

Mais tarde, todos os submarinos passaram a ter instalado TSF (telegrafia sem fios), estando à superfície, facilmente recebiam mensagens do exterior, mais difícil era o envio das mesmas devido à necessidade de uma antena transmissora com altura e potência suficiente. Apenas em 1917 foi iniciada a instalação de comunicações com capacidade de transmissão de mensagens enquanto o submarino estivesse em imersão.<sup>51</sup>

O UWT (*Under Water Thelephone*) ou telefone submarino, foi inventado a seguir à Segunda Guerra Mundial, em 1945. O telefone submarino, apesar de a sua principal utilização seja ao nível das comunicações táticas militares, é também utilizado como meio de comunicação com um submarino acidentado, servindo para efeitos de coordenação durante as operações de salvamento. Existe ainda, o telefone submarino de emergência, localizado por norma nos compartimentos de escape e que está capacitado de uma fonte de energia independente caso o submarino tenha já perdido a sua capacidade de gerar energia elétrica.<sup>52</sup> Em alternativa, existe um código definido para comunicar a partir dos batimentos nas estruturas do submarino quer no interior ou no exterior do submarino. Pode ser ainda considerado o uso de cargas explosivas, estas que têm também uma linguagem de comunicação definida.<sup>53</sup>

Os submarinos da classe *Tridente*, estão equipados com o telefone submarino de emergência em ambas as secções estanques, estando preparados para operar com alimentação elétrica própria. Os nossos submarinos têm também a capacidade de transmitir sinais acústicos de socorro e apoio à localização (*Pinger*).<sup>54</sup>

A bordo da classe *Tridente*, existem as *submarine-ejected emergency positioning indicating radio beacon* que operam com o sistema satélite *COSPAS SARSAT* nas frequências 406 MHz e 121.5 MHz, emitindo um sinal para as autoridades responsáveis

---

<sup>50</sup> *Ibidem*, p. 488.

<sup>51</sup> *Ibidem*, p. 491–498.

<sup>52</sup> NATO, ATP-57 -*The Submarine Search and Rescue Manual*, Edition C, Version 3, NATO Standardization office, 2017, p. 2–4.

<sup>53</sup> *Ibidem*, p. 5–3.

<sup>54</sup> ESQUADRILHA SUBSUPERFÍCIE, IONAV 200 - *Busca e Salvamento de Submarinos*, Original, Lisboa, 2020, p. 4-2.

pela busca e salvamento, indicando a sua posição e a identificação do navio durante pelo menos 48 horas.<sup>55</sup>

Ao realizar o escape do submarino, toda a guarnição, ou parte dela, deve usar *Personal Locator Beacons* (PLB), um pequeno transmissor rádio com capacidade de aguentar a variação de pressão e que quando acionado transmite um alerta, atualmente, os mais recentes modelos já têm a capacidade de serem localizados via satélite.<sup>56</sup>

## 2.2 Escape

“O escape pode ser definido como o processo em que a guarnição deixa o submarino acidentado sem qualquer assistência externa”<sup>57</sup>

O *Diabo Marinho*, construído pelo almirante alemão Bauer na Rússia em 1855, já possuía uma câmara de ar independente do resto do submarino, criada para apenas um membro do navio conseguir sair sem que entrasse mais água no submarino. Esta talvez tenha sido a primeira tentativa de criar um mecanismo de escape.<sup>58</sup>

Contudo, mesmo saindo do submarino, estes indivíduos, não teriam qualquer auxílio para respirar até à superfície, nem proteção contra as diferenças de pressão hidrostática.

A partir de 1900, com o desenvolvimento da guerra submarina e com o aumento da aquisição de submarinos por parte de muitas potências mundiais, aumentam o número de acidentes submarinos, o que leva ao desenvolvimento de aparelhos de respiração. Estes que usavam um método de regeneração de ar através de químicos, absorvendo grandes quantidades de dióxido de carbono e assim permitindo a respiração.<sup>59</sup>

Existem evidências da realização de escape a partir de um submarino usando aparelhos de respiração, no início do século XX, durante os testes do *Hall-Rees Apparatus*, um dos primeiros aparelhos de respiração criados para o escape submarino e que será abordado no próximo subcapítulo. Nesta altura, caso não houvesse um

---

<sup>55</sup> Informação fornecida pela Esquadilha de Subsuperfície em 2021.

<sup>56</sup> NATO, ATP-57 - *The Submarine Search and Rescue Manual*, p. 3-5.

<sup>57</sup> Nick Stewart, «*Submarine Escape and Rescue: A Brief History*», *Journal of Military and Veterans Health*, Australia, 2008, p. 27.

<sup>58</sup> M. Laubeuf e H. Stroh, *Sous-Marins Torpilles et Mines*, p. 15.

<sup>59</sup> N. Stewart, «*Submarine Escape and Rescue: A Brief History*», p. 27.

compartimento independente para realizar o escape, todo o submarino era inundado, assim sendo, enquanto aguardavam a sua vez, os restantes indivíduos usavam ar comprimido para impedir a água de entrar no aparelho de respiração e um lastro, de modo a manterem o controlo da sua posição no interior do submarino, como pode ser observado na figura 9.<sup>60</sup>

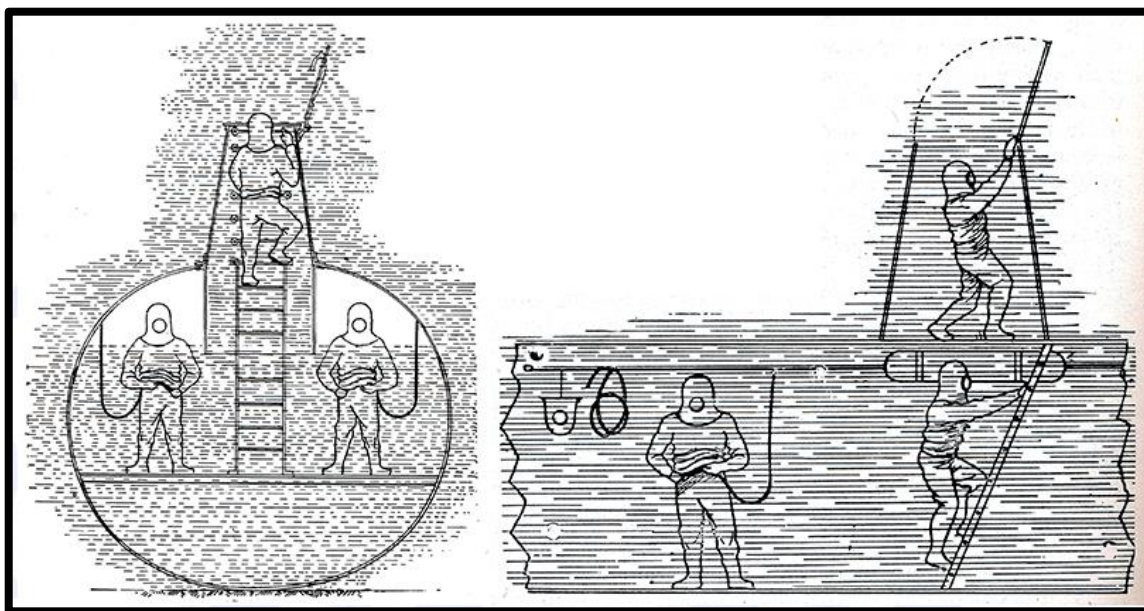


Figura 9- Escape submarino no início do século XX

Fonte- <https://www.divingheritage.com/hall-rees-davis.htm>, acedido em novembro de 2020.

Diversos aparelhos foram desenvolvidos, todos eles semelhantes, contudo, apenas irão ser abordados os aparelhos que tiveram mais impacto na evolução do escape submarino.

Podemos considerar que existem dois métodos para realizar o escape de um submarino acidentado, escape livre e ascensão livre.

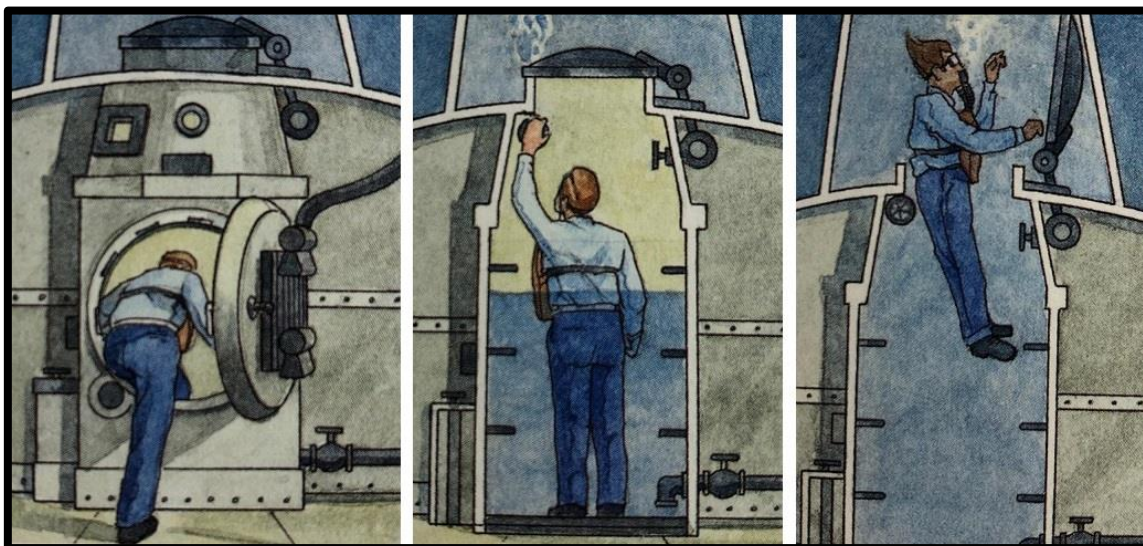
**Escape livre:** constitui uma fuga coletiva do submarino, no qual todos os elementos estão sujeitos à pressão hidrostática e abandonam o submarino de forma rápida e sequencial. Este método de fuga do submarino acidentado é realizada quando não é possível manter a estanqueidade e os ocupantes estão sujeitos aos efeitos do alagamento e da pressurização do submarino. Para evitar uma exposição prolongada, a fuga é rápida

---

<sup>60</sup> Mike Burchett e Burchett Robert, *Siebe Gorman and Hall- Rees-Davis Independent Breathing apparatus*, <https://www.divingheritage.com/hall-rees-davis.htm>, 2017, acedido em novembro de 2020.

e sequencial com o objetivo de retirar toda a tripulação de bordo no mais curto espaço de tempo, resultando numa chegada à superfície em intervalos de tempo aproximados de cinco segundos, sendo possível realizar este método até 60 metros de profundidade.<sup>61</sup>

**Ascensão livre:** processo pelo qual os elementos da guarnição abandonam o submarino em ciclos, através de eclusas, enquanto os restantes aguardam pela sua vez sem sofrerem pressurização. Quando a pressão atmosférica do interior do submarino se mantém controlada e o submarino possui eclusas (compartimento que pela manobra de escotilhas, tem capacidade de alterar a pressão e encher ou vazar de água, permitindo a saída do submarino), é possível realizar a fuga de bordo de forma ordenada e controlada, permitindo a saída de um ou dois elementos de cada vez, a partir de uma eclusa, enquanto os restantes elementos da guarnição esperam a bordo seguros e secos. Neste método, devido aos procedimentos necessários para operar a eclusa, espera-se que os náufragos cheguem à superfície em intervalos de tempo entre cinco a quinze minutos, sendo possível realizar este método até 180 metros de profundidade.<sup>62</sup>



*Figura 10- Ascensão livre através de uma eclusa*

*Fonte- Spencer Dunmore, Robert Ballard e David Perkins, Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found, Singapura, Perseus Press, 2002, p. 91.*

<sup>61</sup> NATO, ATP-57 -*The Submarine Search and Rescue Manual*, p. 2–6.

<sup>62</sup> *Ibidem*, p. 2–5.

### **2.2.1 *Hall-Rees Apparatus & Davis Submarine Escape Apparatus (DSEA)***

No início do século XX, os submarinos e a guerra submarina tiveram um grande desenvolvimento, com o aumento do número de acidentes envolvendo submarinos, a necessidade dos meios de escape submarino aumentava. De modo a dar uma hipótese de salvamento e sobretudo esperança às guarnições dos submarinos, iniciou-se a criação de aparelhos de respiração independentes da superfície, que possibilitassem o escape de um submarino acidentado. A empresa *Siebe Gorman* foi pioneira na produção de equipamento de mergulho, tanto para uso militar, como para uso comercial. Sob o comando de Robert Davis, esta empresa estava constantemente na vanguarda da criação de novos aparelhos de respiração.

O *Davis Submarine Escape Apparatus* (DSEA) foi um dos aparelhos de respiração mais utilizados para efetuar o escape de um submarino no início do século XX. Contudo, o *Hall-Rees Apparatus* foi o primeiro sistema de respiração com uma fonte de oxigénio independente da superfície.<sup>63</sup>

As suas origens remontam aos fatos de mergulho usados no século XIX, que eram abastecidos de ar a partir da superfície. Estes fatos, evoluíram para o primeiro aparelho de respiração, denominado *Hall-Rees Apparatus*, desenvolvidos pela empresa *Siebe Gorman* por volta de 1900 e que já seriam aparelhos independentes da superfície ao nível do fornecimento de ar. Estes primeiros aparelhos de respiração eram não só usados para o escape submarino, como também em incêndios e para mergulho a baixas profundidades.<sup>64</sup>

Em 1904, o *Hall-Rees Apparatus* consistia num simples fato produzido a partir de um material flexível e à prova de água, utilizando um capacete metálico *Siebe Gorman*. O aparelho de respiração colocado às costas do utilizador, continha na parte inferior um pequeno cilindro de ar comprimido, à pressão de 120 bar, como pode ser observado na letra E da figura 11. Esta primeira versão do *Hall-Rees Apparatus* não foi adquirida pela *Royal Navy*, contudo, muitas das características presentes foram utilizadas em projetos futuramente adotados.<sup>65</sup>

---

<sup>63</sup> Mike Burchett e Burchett Robert, *Siebe Gorman and Hall- Rees-Davis Independent Breathing apparatus*, <https://www.divingheritage.com/hall-rees-davis.htm> , 2017, acedido em novembro de 2020.

<sup>64</sup> *Ibidem*.

<sup>65</sup> *Ibidem*.



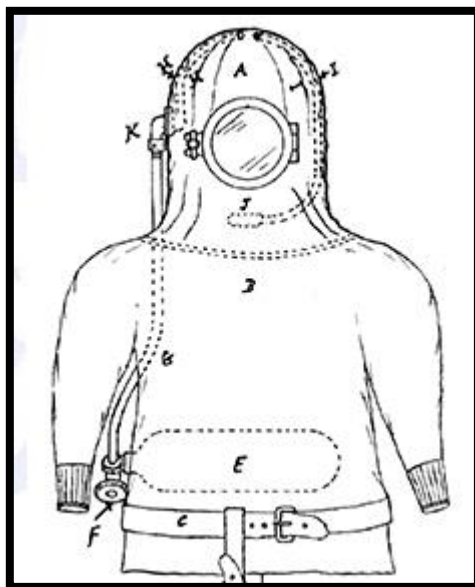


Figura 11- Hall-Rees Apparatus em 1904

Fonte-<https://www.divingheritage.com/hall-rees-davis.htm>, acedido em novembro de 2020.

Em 1904, o professor químico Georges Jaubert descobriu que uma mistura de peróxidos de sódio e potássio absorvia o dióxido de carbono resultante da respiração, assim como, libertava oxigénio. Contudo, nas primeiras experiências efetuadas, os peróxidos demonstraram ter tendência para criar uma reação química potencialmente perigosa quando em contacto com a água, daí este mecanismo não ter sido incorporado nas primeiras versões do *Hall-Rees Apparatus*. Posteriormente, o professor Jaubert criou uma substância química denominada *oxylithe*, feita a partir de peróxidos de potássio, mas desta vez mais estável quanto à reação com a água.<sup>66</sup>

Robert Davis ao saber do potencial destes estudos, rapidamente comprou a patente para futuramente incluir este produto nos seus aparelhos de respiração. Incluído pela primeira vez em 1907, este sistema consistia num recipiente metálico à prova de água que estaria colocado nas costas do utilizador, contendo um granulado de *oxylithe*, que em contacto com o ar proveniente da respiração absorvia dióxido de carbono e libertava oxigénio.<sup>67</sup>

---

<sup>66</sup> *Ibidem*.

<sup>67</sup> *Ibidem*.

Em 1910, após cerca de três anos de experiências e de treino intensivo, a *Royal Navy* equipa todos os seus 47 submarinos com o *Hall-Rees Apparatus*.<sup>68</sup>

Entre 1910 e 1927, estima-se que tenham sido produzidos cerca de 1000 *Hall-Rees Apparatus*, no entanto, atualmente não se sabe se o *Hall-Rees Apparatus* foi efetivamente utilizado para efetuar o escape de um submarino acidentado, contudo, serviu certamente de inspiração para os próximos aparelhos de respiração e para o treino do escape a bordo dos submarinos da *Royal Navy*.<sup>69</sup>

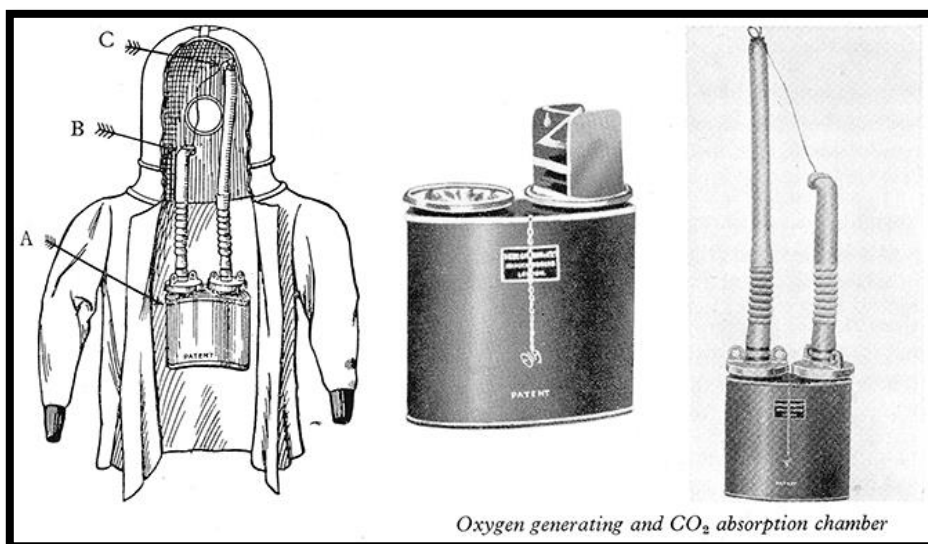


Figura 12- Hall-Rees Apparatus em 1907

Fonte-<https://www.divingheritage.com/hall-rees-davis.htm>, acedido em novembro de 2020.

Em 1920, Robert Davis começa a desenvolver o *Davis Submarine Escape Apparatus*, ele que como vimos anteriormente, acompanhou todo o processo de evolução do *Hall-Rees Apparatus* e agora tinha todos os requisitos para desenvolver um aparelho de respiração inovador.<sup>70</sup>

O *Davis Submarine Escape Apparatus*, continha um recipiente com *Soda Lime* (Cal Sodada)<sup>71</sup> para absorção de dióxido de carbono, uma garrafa com 56 litros de oxigénio a uma pressão de 120 bar e estava equipado com uma válvula que permitia a

<sup>68</sup> *Ibidem*.

<sup>69</sup> *Ibidem*.

<sup>70</sup> *Ibidem*.

<sup>71</sup> Cal Sodada: substância química composta por hidróxido de cálcio e hidróxido de Sódio.

saída do ar em excesso no interior do aparelho à medida que a pressão diminuía ao longo da subida.<sup>72</sup>

Os capacetes metálicos caíram em desuso, passando a ser usado óculos de mergulho. Era fornecido um clipe para comprimir as narinas, de modo a não entrar água pelo nariz e para obrigar a que a respiração fosse feita pela boca, tendo estas duas alterações tornado o processo de envergar o aparelho mais rápido.<sup>73</sup>

Ao realizar o escape de um submarino, a subida na coluna de água tem de ser feita lentamente, por forma a evitar variações bruscas de pressão. De modo a contrariar a flutuabilidade do aparelho e a ter mais controlo na subida, o *Davis Submarine Escape Apparatus* possuía uma extensão em borracha, semelhante a um avental, que criava resistência ao subir, permitindo uma subida mais lenta e controlada.<sup>74</sup>

O *Davis Submarine Escape Apparatus* foi adotado pela *Royal Navy* por volta de 1927, tendo mostrado a sua efetividade ao auxiliar o escape submarino de alguns dos membros envolvidos em três acidentes nos anos seguintes, nomeadamente, os acidentes dos submarinos HMS *Poseidon* em 1931, HMS *Thetis* em 1939 e o HMS *Perseus* em 1941.<sup>75</sup>



*Figura 13- Davis Submarine Escape Apparatus em 1927*

*Fonte- S. Dunmore, Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found, p. 72.*

---

<sup>72</sup> Sidney Jenkinson, «*The Air In A Submerged Submarine: Means Of Exit When Submerged : Disabilities Of The Survivors*», *The British Journal of Surgery*, 1940, p. 767-780.

<sup>73</sup> *Ibidem*, p. 774-775.

<sup>74</sup> *Ibidem*, p. 775.

<sup>75</sup> Spencer Dunmore, Robert Ballard e David Perkins, *Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found*, Singapura, Perseus Press, 2002, p. 87-94.



### **2.2.2 Momsen Lung**

Com a ocorrência de três acidentes envolvendo submarinos norte-americanos nos anos 20, o USS *S-5* em 1920, o USS *S-51* em 1925 e o USS *S-4* em 1927, a Marinha dos Estados Unidos apercebeu-se da falta de meios para o salvamento submarino, devido à incapacidade demonstrada para lidar com estes desastres.<sup>76</sup>

Estes acontecimentos despoletaram a criação do *Momsen Lung*, criado por Charles Momsen, oficial submarinista da Marinha dos Estados Unidos.

Este aparelho de respiração criado para realizar o escape submarino, consistia num saco feito de um material emborrachado, contendo um recipiente com *Soda Lime* (Cal Sodada), que ao respirar tinha como função fixar o dióxido de carbono, mantendo o ar respirável. O aparelho era insuflado antes de se iniciar o escape, e a partir de um sistema de válvulas de não retorno, um dos tubos fornecia oxigénio ao inspirar e o outro absorvia o dióxido de carbono no recipiente ao expirar. Importa referir que este aparelho não possuía qualquer tipo de garrafa de oxigénio, por esse motivo, o oxigénio disponível seria o que era insuflado antes de iniciar o escape.

Para controlo da expansão do ar no interior, o aparelho continha uma válvula que automaticamente libertava o excesso de ar para o exterior, à medida que a pressão diminuía ao longo da subida. Para além disso, apenas um clipe para prevenir a entrada de água no nariz era fornecido.<sup>77</sup>

Considerava-se a profundidade máxima aconselhada para a sua utilização os 90 metros e para provar que a sua invenção funcionava corretamente, e com condições semelhantes às de um submarino acidentado, Momsen realizou diversas experiências, de entre estas, realizou um mergulho num tanque em que esteve exposto a uma pressão de 9 bar, o equivalente a estar aproximadamente 90 metros abaixo da linha de água. Nunca o ser humano tinha estado a uma profundidade destas sem a proteção de um fato de mergulho adequado. Para além disso, realizou ainda um escape a partir do USS *S-4*, de modo a tirar todas as dúvidas que subsistissem quanto à eficiência do *Momsen Lung*.<sup>78</sup>

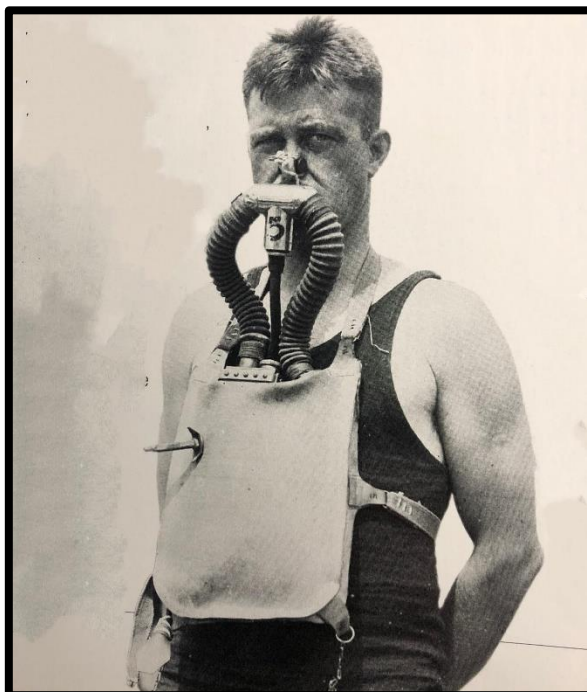
---

<sup>76</sup> Alfred Reck, «*Submarine Safety Devices Proved*», Popular Science Monthly, Nova Iorque, 1929, p. 30-31.

<sup>77</sup> Peter Maas, *The Terrible Hours- The man behind the greatest submarine rescue in history*, Londres, Ebury Press, 2001, p. 119.

<sup>78</sup> A. Reck, *Submarine Safety Devices Proved*, p. 30-31.

A sua utilização começou por volta de 1929, marcando presença em todos os submarinos norte-americanos e em 1944 provou a sua utilidade quando o submarino USS *Tang* afundou e 13 dos 30 sobreviventes utilizaram o *Momsen Lung* para efetuar o escape do submarino.<sup>79</sup>



*Figura 14- Charles Momsen com o Momsen Lung envergado*

*Fonte- Spencer Dunmore, Robert Ballard e David Perkins, Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found, Singapura, Perseus Press, 2002, p. 78.*

### **2.2.3 Método “*blow and go*” e *Steinke Hood***

O método de ascensão livre com flutuação ou método “*blow and go*” como era conhecida, foi primeiramente utilizada pela Marinha Inglesa em 1952 e experienciada pela Marinha dos Estados Unidos em 1956.<sup>80</sup>

Este método consistia no uso apenas de um colete com uma elevada flutuabilidade, encher os pulmões de ar e efetuar a subida rapidamente para a superfície,

---

<sup>79</sup> *Ibidem*, p. 30-31.

<sup>80</sup> Miles, Lambert e Rawlins, «*Underwater Emergencies In The Royal Navy*», Proceedings of the Royal Society of Medicine, 1958, p. 33.

contudo, de modo a evitar lesões pulmonares, era necessário ir libertando porções do ar nos pulmões durante a subida na coluna de água, isto para evitar a expansão excessiva do ar nos pulmões ao realizar a ascensão.<sup>81</sup>

Apesar do método “*blow and go*” ser prático, por não precisar de muito equipamento, o facto de não apresentar proteção térmica, a possibilidade de ocorrer lesões graves a nível pulmonar e apenas ser efetuada em baixas profundidades, levaram a que este método não tivesse sucesso.<sup>82</sup>

O aparelho *Steinke Hood* surgiu em 1961, foi inventado pelo Tenente Harris Steinke, acrescentando algumas mais valias à ascensão livre e substituindo o *Momsen Lung*.<sup>83</sup>

Consistia num colete que era insuflado a partir de ar comprimido, contendo um capuz que envolvia completamente a cabeça do utilizador, criando uma “bolha” de ar respirável. Conforme se efetuava a subida na coluna de água, a pressão hidrostática ao diminuir, iria causar a expansão do ar que estava no colete, mantendo ar respirável no interior do capuz. O ar utilizado, era expelido pelo mecanismo na zona da boca.<sup>84</sup> Tal como se pode observar na figura 15.

Considerava-se a profundidade máxima aconselhada de utilização 90 metros.<sup>85</sup>

Foi adotado durante a Guerra Fria, em 1962, e passou a estar presente em todos os submarinos da Marinha dos Estados Unidos. Foi também nesta altura que os americanos voltaram a dar importância ao treino de salvamento submarino, que esteve parado desde o fim da Segunda Guerra Mundial, no entanto, devido ao facto de estarem em conflito com a União Soviética, a probabilidade de acidentes submarinos ocorrerem aumentou, o que levou a uma intensificação do treino do escape submarino.<sup>86</sup>

Contudo, o *Steinke Hood*, tinha ainda algumas limitações, nomeadamente a capacidade de proteção térmica que oferecia, foi por isso, substituído pelo *Submarine Escape Immersion Equipment (SEIE)*.

---

<sup>81</sup> *Ibidem*, p. 33.

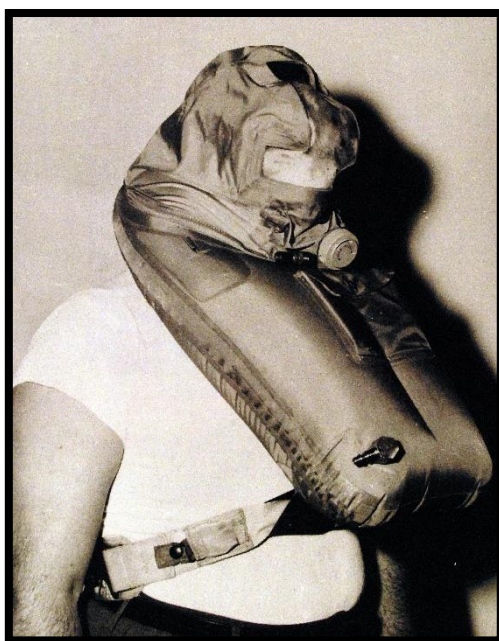
<sup>82</sup> *Ibidem*, p. 33.

<sup>83</sup> N. Stewart, «*Submarine Escape and Rescue: A Brief History*», p. 27.

<sup>84</sup> UNITED STATES NAVY, *Submarine Emergencies: Escape Training Procedure*, <https://archive.org/details/SubmarineEmergenciesEscapeTrainingTankProcedure,1963>, acedido em novembro de 2020.

<sup>85</sup> *Ibidem*.

<sup>86</sup> N. Stewart, «*Submarine Escape and Rescue: A Brief History*», p. 27.



*Figura 15- Steinke Hood em 1963*

Fonte-

<https://www.history.navy.mil/content/history/museums/nmusn/explore/photography/ships-us/ships-usn-b/uss-balao-ss-285/330-psa-262-63.html>, acedido em dezembro de 2020.

#### **2.2.4 Submarine Escape Immersion Equipment (SEIE)**

Este equipamento de origem britânica veio revolucionar por completo o escape submarino, substituindo o *Steinke Hood* nos anos 90 e tornando-se no primeiro fato de escape submarino combinado com uma balsa individual a ser efetivamente adotado por diversas nações.

O *Submarine Escape Immersion Equipment* (SEIE) é composto por um fato de corpo inteiro, que mantém o utilizador seco e garante uma excelente proteção térmica em relação a todos os outros equipamentos anteriormente utilizados, não só durante o percurso na coluna de água, mas também na chegada à superfície, permitindo o aumento do tempo de sobrevivência até o homem ser resgatado.<sup>87</sup>

Utilizando o SEIE, é possível realizar o escape de um submarino acidentado até profundidades de 180 metros, o dobro do *Steinke Hood*. Isto se for feito através do método

---

<sup>87</sup> SURVITEC, *MK-11 Product Overview*, <https://survitecgroup.com/survitecproducts/15494/SEIEMK11>, acedido em dezembro de 2020.

de ascensão livre (descrito no subcapítulo 2.2). Cada membro da guarnição deve enverggar o fato, entrar no tronco de fuga, que será inundado e pressurizado para corresponder à pressão no exterior do submarino, permitindo a abertura da escotilha. O ar dentro do fato, impulsiona o utilizador para a superfície a uma velocidade de aproximadamente três metros por segundo.<sup>88</sup>

## **2.3 Treino de salvamento submarino**

A primeira torre de treino de salvamento submarino situava-se na base de New London, nos Estados Unidos. Os treinos tiveram início em novembro 1930, liderados por Charles Momsen, o criador do *Momsen Lung*. Nesta torre de 40 metros cheia de água salgada, os membros das várias guarnições da esquadilha da Marinha dos Estados Unidos recebiam treino de como escapar de um submarino acidentado utilizando o *Momsen Lung*. Esteve no ativo até 1994, sendo depois substituída por uma piscina dedicada ao treino do salvamento submarino, construída em 2007, com 12 m de profundidade, denominada *The Submarine Escape Trainer*.<sup>89</sup>

A Marinha dos Estados Unidos construiu ainda, antes da Segunda Guerra Mundial, uma torre de treino de salvamento submarino no Havai, com o propósito de treinar as guarnições dos submarinos destacadas no Pacífico. A torre de Pearl Harbor esteve no ativo entre 1932 e 1983, tendo realizado diversos treinos de submarinistas e mergulhadores especializados até 1941, data em que foi transformada numa torre de controlo de tráfego aéreo após o ataque a Pearl Harbor por parte dos japoneses.<sup>90</sup>

A perda do HMS *Thetis* na véspera da Segunda Guerra Mundial e do HMS *Truculent* quando colidiu com um navio sueco em janeiro de 1950, levaram a Marinha Inglesa a investir no salvamento submarino. Por esse facto, contou desde 1954 até 2020, com um tanque de salvamento submarino, o *Submarine Escape and Training Tank* (SETT), para efetuar treino do escape submarino. Localizado em Gosport, este tanque de

---

<sup>88</sup> UNITED STATES NAVY, «*Submarine Rescue- From Early Devices To Deep Sea Rescue*», Undersea Warfare, 2014, p. 15.

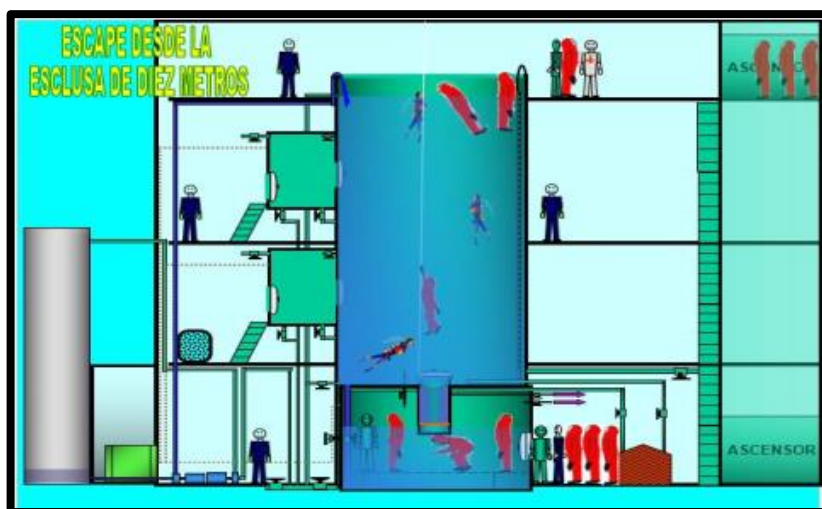
<sup>89</sup> Jonh Lodge, «*Rescue Tank May End Sub Deaths*», Popular Science Monthly, Nova Iorque, 1930, p.40-41.

<sup>90</sup> UNITED STATES NAVY, *Submarine Emergencies: Escape Training Procedure*, <https://archive.org/details/SubmarineEmergenciesEscapeTrainingTankProcedure,1963>, acedido em novembro de 2020.

30 metros treinou durante muitos anos os submarinistas ingleses, simulando o escape de um submarino acidentado.<sup>91</sup>

O *Submarine Escape and Training Tank* (SETT) encerrou em janeiro de 2020, para dar lugar a um novo centro de treinos em Faslane, a *Submarine Escape Rescue Abandonment and Survival Training Facility* (SMERASTF), esta que irá ter inclusivamente uma piscina dedicada exclusivamente ao abandono do submarino e à sobrevivência à superfície.<sup>92</sup>

Atualmente, o treino de escape submarino efetuado pelos submarinos da Marinha Portuguesa é feito na escola de submarinos em Cartagena, Espanha, num tanque de escape com 10 metros, de modo a certificar os militares envolvidos. Numa primeira fase os militares envergam o fato de escape, fazendo posteriormente a ascensão propriamente dita. O tanque de escape está equipado com uma ou várias eclusas (dependo do que se pretender treinar), após o alagamento parcial e o equilíbrio de pressões entre o interior e o exterior estar feito, permitindo a normal respiração na eclusa, os militares efetuam a ascensão individualmente, sendo normalmente acompanhados por mergulhadores para prevenir algum possível incidente.<sup>93</sup>



*Figura 16-Torre de escape livre em Cartagena, Espanha*

*Fonte- Fernando Melo, Escape livre submarino, Faculdade de Medicina-Escola Naval, Lisboa-Alfeite, 2019, p. 35*

<sup>91</sup>ROYAL NAVY, *End of era for Gosport's iconic submarine escape tower*, <https://www.royalnavy.mod.uk/news-and-latest-activity/news/2020/january/09/200109-end-of-gosport-escape-tower>, 2020, acedido em dezembro de 2020.

<sup>92</sup> *Ibidem*.

<sup>93</sup> Fernando Melo, *Escape livre submarino*, Faculdade de Medicina-Escola Naval, Lisboa- Alfeite, 2019, p. 35.



Realizou-se em 1999 o primeiro exercício de salvamento de submarinos em Portugal, o PO SMASHEX 99, com objetivo de treinar o comando e controlo da estrutura de busca e salvamento de submarinos a nível nacional. Neste tipo de exercícios procura-se treinar as entidades competentes nos procedimentos de alerta, busca, localização e verificação do estado do submarino.<sup>94</sup>

Em 2001, realizou-se o SURVIVEX/VENTILEX e o RESCUEX, o primeiro com o objetivo de testar a evolução dos fatores ambientais no interior de um submarino isolado do exterior, e o segundo, com o objetivo de realizar o resgate da guarnição através do acoplamento de um veículo de resgate.<sup>95</sup>

O exercício SURVIVEX/VENTILEX realizado em Portugal teve como objetivo

“determinar o tempo máximo esperado que uma guarnição do SSK “Albacora” poderia permanecer no interior, sem regeneração de ar, nem ventilação, aguardando pelo resgate.”<sup>96</sup>

No caso do RESCUEX realizado em 2001 na Escócia, mais propriamente em Renfrew, foi utilizado o veículo de resgate LR5, pertencente na altura à *Royal Navy*, para treinar o resgate da guarnição do NRP *Delfim*.<sup>97</sup>

Realizaram-se em 2005, 2008 e 2011 os exercícios BOLD MONARCH, que contaram com a presença de diversas Marinhas, incluindo a Marinha do Reino Unido, de França, da Noruega, da Rússia e dos Estados Unidos. Estes exercícios têm como principal objetivo desenvolver a cooperação internacional, pondo de lado qualquer conflito entre nações e dando primazia a esta difícil missão que é o salvamento de um submarino acidentado. Após o desastre do *Kursk* no ano 2000, a entreajuda internacional ganhou uma elevada importância no mundo do salvamento submarino.<sup>98</sup> Durante estes exercícios, diversas lacunas foram encontradas, nomeadamente a falta de padronização das escotilhas

---

<sup>94</sup> J. Paz, *Salvamento de Submarinos e a 4ª Esquadrilha*, p. 13.

<sup>95</sup> *Ibidem*, p. 13–14.

<sup>96</sup> *Ibidem*, p. 15.

<sup>97</sup> *Ibidem*, p. 14.

<sup>98</sup> Thomas Withington, «*Submarine Rescue: “Kursk” -Ten Years On*», Naval Forces, Munique, 2009, p. 71.

dos submarinos para acoplar com os meios de salvamento, o que demonstra a extrema importância dos exercícios e do treino do salvamento submarino!<sup>99</sup>

No decorrer do exercício BOLD MONARCH 2011, ao largo de Cartagena, Espanha, o NRP *Tridente*, fez acoplamento e abertura de escotilha com transferência de pessoal, a diversas profundidades, com os veículos de salvamento presentes no exercício, nomeadamente o veículo pertence ao *NATO Submarine Rescue System* (NSRS), o veículo pertencente ao *Submarine Rescue Diving Recompression System* (SRDRS) e ainda com a câmara de resgate russa.<sup>100</sup>

Atualmente, o DYNAMIC MONARCH é o maior exercício de busca e salvamento submarina do mundo e tem como objetivo testar a interoperabilidade e as capacidades das nações participantes na resposta a um acidente submarino em qualquer parte do mundo.<sup>101</sup>

Em 2020 realizou-se o EXCAPEX 20, na Base Naval de Lisboa, com o objetivo de treinar a ascensão livre e o apoio médico na chegada dos militares dos submarinos da classe *Tridente* à superfície. Este exercício, permitiu treinar não só os militares envolvidos na realização da ascensão livre a partir do submarino, assim como, toda a cadeia de comando e controlo inerente ao salvamento submarino. Por fim, o treino na área da medicina hiperbárica após a chegada dos militares à superfície foi também parte integrante deste exercício.

---

<sup>99</sup> T. Withington, «*Submarine Rescue: "Kursk" -Ten Years On*», p. 71.

<sup>100</sup> Filipe Pinto, *A Busca e Salvamento de Submarinos em Portugal: Desafios e Constrangimentos*, Trabalho de Investigação Individual, Instituto Universitário Militar, Pedrouços, 2016, p. 17.

<sup>101</sup> J. Alves et al., *A Paradigm Shift for Interoperable Submarine Rescue Operations: The Usage of JANUS During the Dynamic Monarch 2017 Exercise*, p. 3.





Figura 17- Exercício EXCAPEX 20 na Base Naval de Lisboa

Fonte-

[https://www.youtube.com/watch?v=TYM2GBoHS8U&t=1s&ab\\_channel=MarinhaPortuguesa](https://www.youtube.com/watch?v=TYM2GBoHS8U&t=1s&ab_channel=MarinhaPortuguesa), acedido em dezembro 2020.

## 2.4 Resgate

Até 1939, considerava-se que quando não era possível realizar uma operação de escape de um submarino, pouco se podia fazer para salvar os membros da guarnição. Em 1928, utilizando uma das primeiras versões da *MacCann Rescue Chamber*<sup>102</sup> a Marinha dos Estados Unidos realizou algumas operações de resgate em ambiente simulado, com relativo sucesso, contudo, numa operação de resgate real, raramente encontramos condições ideais como as que nestes treinos foram praticadas.<sup>103</sup>

Em 1939, ocorre uma completa mudança de paradigma, com a utilização efetiva da *McCann Rescue Chamber*, um dispositivo que permitiu salvar 33 membros no salvamento do USS *Squalus*, este que irá ser abordado em pormenor no quarto capítulo.

Decorrente deste acontecimento, o resgate passou a ser possível e passou a ser para além do escape, uma opção de salvamento submarino. A partir de 1960, devido aos acidentes de dois submarinos nucleares norte-americanos, o USS *Thresher* e o USS *Scorpion*, a Marinha dos Estados Unidos decide investir em veículos de resgate submarino. Após considerarem várias opções, tais como, submarinos com cápsulas de fuga, submarinos em que a proa conseguiria ser projetada para a superfície, a escolha

---

<sup>102</sup> Ver subcapítulo 4.1 e 4.2

<sup>103</sup> N. Stewart, «*Submarine Escape and Rescue: A Brief History*», p. 28.

recaiu sobre o *Deep Submergence Rescue Vehicle* (DSRV), que entrou ao serviço nos anos 70.<sup>104</sup>

Outras nações seguiram os passos da Marinha dos Estados Unidos, criando os seus próprios veículos de resgate submarino, como é o exemplo de Inglaterra que criou o LR5 *Submarine Rescue Vehicle*.<sup>105</sup>

No século XXI, o *NATO Submarine Rescue System* (NSRS) foi desenvolvido conjuntamente entre o Reino Unido, França e Noruega, enquanto os Estados Unidos desenvolveram o *Submarine Rescue Diving and Recompression System* (SRDRS). São equipamentos bastante semelhantes, operando essencialmente em três fases: reconhecimento, resgate e descompressão dos ocupantes do submarino acidentado.<sup>106</sup>

Atualmente, de todas as Marinhas que operam submarinos, existem apenas 15 dispõem de veículos de salvamento, sendo estas, a Inglaterra em conjunto com França e Noruega, Itália, Turquia, Rússia, Estados Unidos da América, Suécia, Japão, Brasil, Coreia do Sul, Austrália, China, Singapura e Índia.<sup>107</sup>

Antes da abordagem mais pormenorizada a cada um dos veículos, torna-se necessário fazer a distinção entre *Submarine Rescue Vehicle* (SRV) e *Submarine Rescue Chamber* (SRC).

**SRV:** qualquer veículo submersível que possa ser usado para recuperação de pessoas de um submarino acidentado.<sup>108</sup>

**SRC:** um sino que faz acoplamento com a escotilha do submarino e em adição está equipado com configurações especiais de segurança.<sup>109</sup>

#### **2.4.1 *Deep Submergence Rescue Vehicle* (DSRV)**

Tal como foi dito anteriormente, no decorrer da perda de dois submarinos nucleares norte-americanos nos anos 60, o USS *Tresher* e o USS *Scorpion*, foi desenvolvido o *Deep Submergence Rescue Vehicle* (DSRV) que entrou ao serviço em 1970.<sup>110</sup>

---

<sup>104</sup> *Ibidem*, p. 28.

<sup>105</sup> *Ibidem*, p. 28.

<sup>106</sup> *Ibidem*, p. 28.

<sup>107</sup> F. Pinto, *A Busca e Salvamento de Submarinos em Portugal: Desafios e Constrangimentos*, p. 18.

<sup>108</sup> NATO, ATP-57 - *The Submarine Search and Rescue Manual*, p. 3–6.

<sup>109</sup> *Ibidem*, p. 3-6.

<sup>110</sup> N. Stewart, «*Submarine Escape and Rescue: A Brief History*», p. 28.

Este veículo de resgate, criado para acoplar com o submarino acidentado, tinha a capacidade de resgatar 24 pessoas de cada vez e era normalmente transportado por terra, num camião, para o aeroporto mais próximo da posição do submarino acidentado, onde era posteriormente colocado a bordo de um navio de modo a ir até à área de operações.<sup>111</sup>

Medindo 15 metros de comprimento, dois metros de diâmetro, e com um peso de 35 toneladas, era feito com um revestimento de fibra de vidro para o tornar mais hidrodinâmico.<sup>112</sup>

Uma vez no local do acidente, o *Deep Submergence Rescue Vehicle* (DSRV) tinha uma velocidade operacional de busca entre um a dois nós, uma velocidade máxima de quatro nós e a sua profundidade máxima de salvamento rondava os 600 metros.<sup>113</sup>

Para a localização do submarino acidentado, estava equipado com uma vasta gama de equipamentos, como por exemplo: sonares ativos e passivos, câmaras e luzes de alta intensidade no exterior do veículo para determinar o estado do submarino e ainda um sistema de navegação inercial. Para além disso, tinha a capacidade de comunicar através de telefone submarino, quer seja com o submarino acidentado ou com o navio de superfície que estaria a prestar apoio à operação.<sup>114</sup>

Depois de localizado o submarino acidentado, o *Deep Submergence Rescue Vehicle* (DSRV) faria uma aproximação lenta e controlada, fazendo o acoplamento através de uma selagem por diferença de pressão, sendo 60 metros a profundidade mínima para que esta selagem ocorra. Caso o submarino acidentado se localizasse a uma profundidade menor, a solução passaria pela *MacCann Rescue Chamber*.<sup>115</sup>

Após ser retirada a água da esfera de acoplamento, as escotilhas de ambos poderiam ser abertas e os membros do submarino acidentado podiam começar a passar para o veículo. Com uma capacidade de transportar três operadores e 24 sobreviventes de cada vez, por norma seis viagens eram suficientes para uma guarnição de um submarino nuclear norte-americano.<sup>116</sup>

---

<sup>111</sup> Roderic Eckenhoff, *Pressurized Submarine Rescue*, Naval Submarine Medical Research Laboratory, New London, 1984, p. 1.

<sup>112</sup> Hugh Bowen e Hale Allen, *Study Feasibility of Undersea Salvage Simulation*, Naval Training Device Center, Florida, 1971, p. 24.

<sup>113</sup> *Ibidem*, p. 24.

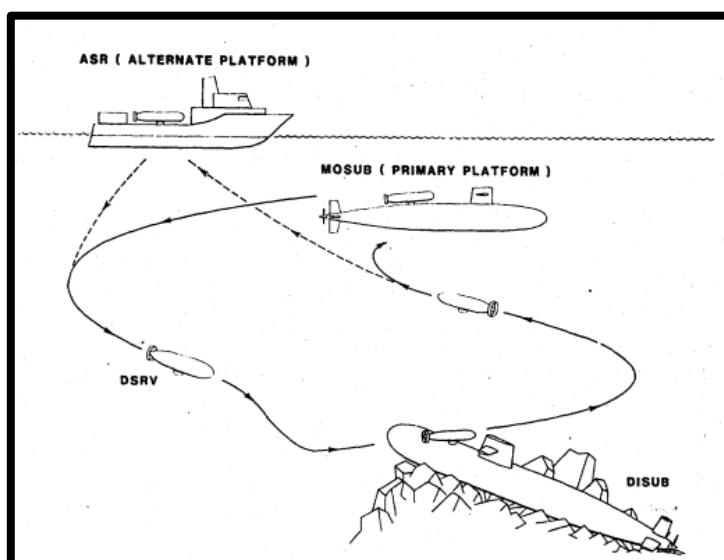
<sup>114</sup> *Ibidem*, p. 24.

<sup>115</sup> R. Eckenhoff, *Pressurized Submarine Rescue*, p. 3. Ver capítulo 4

<sup>116</sup> *Ibidem*, p. 3.

O DSRV tinha a capacidade de operar apenas com um navio de superfície, ou com um navio de superfície e um submarino de apoio, tal como se pode observar na figura 18. Existindo um submarino em apoio, após o resgate, o DSRV acoplava no submarino em apoio para efetuar o desembarque dos sobreviventes na escotilha de vante, que podia ser pressurizada caso necessário. Poderia também recarregar as suas baterias a bordo do submarino em apoio, contudo, demorava cerca de 12 horas a recarregar completamente as baterias. A bordo do navio de superfície, era possível trocar as baterias, diminuindo o tempo entre cada resgate. Portanto, devia ser feita uma análise de qual o método mais vantajoso, tendo em conta a autonomia das baterias e do número de pessoas a resgatar.<sup>117</sup>

“Em 1984 deu-se o primeiro passo na história de salvamento de submarinos em Portugal, foi instalada nos submarinos da classe” Albacora”, uma escotilha de salvamento e acoplamento para o DSRV<sup>118</sup>



*Figura 18- Cenário típico de operação do DSRV*

*Fonte- R. Eckenhoff, Pressurized Submarine Rescue, Naval Submarine Medical Research Laboratory, 1984, p. 3.*

<sup>117</sup> *Ibidem*, p. 3.

<sup>118</sup> J. Paz, *Salvamento de Submarinos e a 4ª Esquadilha*, p. 13.

#### **2.4.2 LR5 Submarine Rescue System**

O veículo de resgate que esteve ao serviço da Marinha Inglesa até 2009, e atualmente está ao serviço da Marinha Australiana é o LR5. Um veículo de resgate desenvolvido em 1983 e bastante semelhante ao *Deep Submergence Rescue Vehicle* (DSRV), no entanto, com algumas particularidades, como por exemplo o facto de não necessitar de um navio de superfície específico para resgate submarino, usando qualquer navio disponível como *Mother Ship* (MOSHIP), ou seja, um *Vessel Of Opportunity* (VOO).<sup>119</sup>

Enquanto esteve ao serviço de Inglaterra, este equipamento atuava em conjunto com os *Submarine Parachute Assistance Group* (SPAG) e também com o *Scorpio Remote Operated Vehicle* (SROV). Compostos por elementos altamente treinados, os *Submarine Parachute Assistance Group* (SPAG) têm como função efetuar uma abordagem de paraquedas ao local, estabelecendo rapidamente uma estação de apoio no mar, de modo a prestar apoio médico aos submarinistas que abandonem o submarino acidentado. O *Scorpio Remote Operated Vehicle* (SROV) tinha como função primária inspecionar o submarino acidentado, mais propriamente, tinha a capacidade de limpar alguns detritos no local e fornecer informações como a temperatura da água e a corrente no local, informações estas que são posteriormente usadas no planeamento da ação de resgate, funções inerentes a qualquer veículo operado remotamente no âmbito do salvamento submarino.<sup>120</sup>

O LR5 tem a capacidade de resgatar 16 pessoas, conseguindo fazer oito viagens sem recarregar as suas baterias, o que corresponde a uma capacidade de salvamento de 128 pessoas. No entanto, apenas consegue operar até uma profundidade de 425 metros, correspondendo a menos 25% da profundidade de implosão para os submarinos australianos. Se ocorrer um acidente neste intervalo de profundidades, ou seja, entre os 425 metros e os 531 metros, a Austrália não teria neste momento veículo de salvamento e seria necessário recorrer ao veículo de salvamento dos Estados Unidos, que conta com

---

<sup>119</sup> VOO: qualquer navio (normalmente civil) potencialmente capacitado para transportar um *Submarine Rescue Element* até ao local do acidente. N. Stewart, «*Submarine Escape and Rescue: A Brief History*», p. 28.

<sup>120</sup> *Ibidem*, p. 28.

um tempo até ao primeiro salvamento de 72 horas, o que, devido à posição geográfica da Austrália, pode não se verificar em tempo útil, por essa razão, a Austrália está neste momento a desenvolver um novo projeto de veículo de salvamento submarino com chegada prevista em 2024.<sup>121</sup>

#### **2.4.3 NATO Submarine Rescue System (NSRS)**

O *NATO Submarine Rescue System* (NSRS) é um sistema de salvamento submarino que foi desenvolvido em 2008, em conjunto pelo Reino Unido, a França e a Noruega. Por norma, o sistema está situado na Base Naval de Clyde, em Faslane na Escócia e é gerido pela empresa *James Fisher Defence* (JFD).<sup>122</sup>

Este sistema inclui quatro componentes, um veículo de resgate com capacidade para 15 pessoas, um veículo controlado remotamente o *Intervention Remotely Operated Vehicle* (IROV), uma plataforma de lançamento e recolha do veículo de resgate e do IROV, o *Portable Launch And Recovery System* (PLARS) e por fim um sistema *Transfer Under Pressure* (TUP).<sup>123</sup>

O veículo de resgate, com capacidade de operar com um *Vessel of opportunity* (VOO), ou seja, não necessita de ser um navio de superfície específico. Pode operar até aos 610 metros de profundidade e acoplar com a escotilha do submarino acidentado até 60 graus de inclinação, conseguindo permanecer 96 horas em funcionamento graças às suas baterias. Podendo ser operado até um estado de mar de nível 6 (entre 4-6 metros de vaga tendo em conta a Escala de Douglas).<sup>124</sup>

O *Intervention Remotely Operated Vehicle* (IROV) tem como principal função realizar uma investigação prévia ao submarino acidentado e tentar estabelecer contacto com os membros do submarino, este aparelho, tem também a capacidade de remover detritos no local do acidente e nas escotilhas do submarino, detritos estes, que podem dificultar a ação de resgate.<sup>125</sup>

---

<sup>121</sup> Anthony Miller, *Veteran diver: Rescue contract dispute puts Australian submariners at risk*, <https://www.aspistrategist.org.au/rescue-contract-dispute-puts-australian-submariners-at-risk/>, 2020, acedido em dezembro de 2020.

<sup>122</sup> ESQUADRILHA SUBSUPERFÍCIE, IONAV 200 - *Busca e Salvamento de Submarinos*, p. 5-1.

<sup>123</sup> T. Withington, «*Submarine Rescue: «Kursk» -Ten Years On*», p. 71.

<sup>124</sup> ESQUADRILHA SUBSUPERFÍCIE, IONAV 200 - *Busca e Salvamento de Submarinos*, p. 5-1.

<sup>125</sup> T. Withington, «*Submarine Rescue: «Kursk» -Ten Years On*», p. 71.



O veículo de resgate é lançado e recolhido através do *Portable Launch And Recovery System* (PLARS), um sistema para fazer descer ou elevar o mesmo, como é possível observar na figura 19.

Por fim, o *NATO Submarine Rescue System* (NSRS), tem também a capacidade de realizar salvamento submarino através da capacidade *Transfer Under Pressure* (TUP). Este processo é realizado quando o submarino acidentado se encontra pressurizado (acima de 1.6 bar) e torna-se necessário efetuar o resgate mantendo a mesma pressão. O veículo de resgate é pressurizado, no máximo até 6 bar, efetua o resgate da guarnição e ao chegar à superfície, através do sistema *Transfer Under Pressure* (TUP), os membros do submarino irão passar para as duas câmaras hiperbáricas que o *NATO Submarine Rescue System* (NSRS) possui, com capacidade para 72 pessoas no total, onde realizaram uma descompressão controlada e segura.<sup>126</sup>

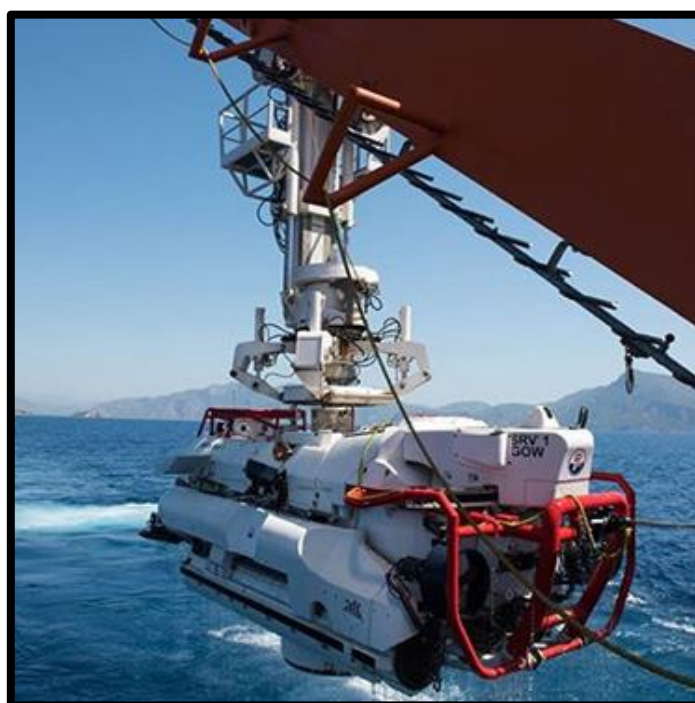


Figura 19- Veículo de resgate submarino pertencente ao NSRS a ser arriado pela PLARS

Fonte: <https://mc.nato.int/media-centre/news/2017/nato-submarine-rescue-exercise-concludes-in-turkey>, acedido em fevereiro de 2021.

---

<sup>126</sup> *Ibidem*, p. 71.

#### **2.4.4 Submarine Rescue Diving Recompression System (SRDRS)**

O projeto do *Submarine Rescue Diving Recompression System* (SRDRS) começou a ser pensado em 1998, com o objetivo de substituir o *Deep Submergence Rescue Vehicle* (DSRV), contudo, apenas entrou ao serviço a partir de 2008.<sup>127</sup>

O *Submarine Rescue Diving Recompression System* (SRDRS), atualmente localizado na costa Oeste dos Estados Unidos, em San Diego, é um sistema integrado composto por dois subsistemas: o *Assessment/Underwater Work System* (AUWS) e o *Submarine Rescue System Rescue Capable and Submarine Decompression Systems* (SRS-RCS and SDS).<sup>128</sup>

O AUWS é o subsistema que é imediatamente acionado caso ocorra um acidente com um submarino. O seu componente principal é o *Sibitsky ROV (Remotely Operated vehicle)*, um veículo operado remotamente, que opera em conjunto com uma plataforma de lançamento e recolha (*Launch and Recovery System* (LARS)). O ROV pode operar até 600 metros de profundidade e tem como função ajudar a localizar e estabelecer contacto com o submarino acidentado, para além disso, observa as condições no local e limpa as escotilhas do submarino caso seja necessário.<sup>129</sup>

Podemos dividir o subsistema *Submarine Rescue System Rescue Capable and Submarine Decompression Systems* (SRS-RCS and SDS) em duas componentes, a SRS-RCS e a componente SDS.

Pertencente à primeira componente temos o *Pressurized Rescue Module* (PRM-1) *Falcon*, um veículo de resgate submarino operado remotamente que é arriado pela plataforma de lançamento e recolha (*Launch and Recovery System* (LARS)). Este veículo tem capacidade para operar até uma profundidade de 610 metros e acoplar com um submarino acidentado que tenha uma inclinação até 45 graus.<sup>130</sup> É capaz de efetuar o resgate de 16 pessoas de cada vez e a principal vantagem do *PRM Falcon* em relação aos demais é o fornecimento de energia, feito a partir de um cabo umbilical ligado diretamente ao navio de superfície.<sup>131</sup>

---

<sup>127</sup> *Ibidem*, p. 72.

<sup>128</sup> UNITED STATES NAVY, «Submarine Rescue- From Early Devices To Deep Sea Rescue», *Undersea Warfare*, p. 11–12.

<sup>129</sup> *Ibidem*, p. 11–12

<sup>130</sup> T. Withington, «Submarine Rescue: «Kursk» -Ten Years On», p. 72.

<sup>131</sup> F. Pinto, *A Busca e Salvamento de Submarinos em Portugal: Desafios e Constrangimentos*, p. 19



A segunda componente, a *Submarine Decompression Systems* (SDS), é a componente dos sistemas de descompressão submarinos, é composta pela capacidade *Transfer Under Pressure* (TUP), que possibilita o salvamento em atmosferas pressurizadas, tornando possível fazer resgates em atmosferas superiores a 1.6 bar no interior do submarino. Para tal, o veículo de salvamento é previamente pressurizado (o veículo pode ser pressurizado no máximo até 6 bar) para efetuar o resgate, ao chegar à superfície, os elementos resgatados passam para as duas câmaras hiperbáricas (capacidade para 32 pessoas cada uma) mantendo sempre a mesma pressão, estas que fornecem auxílio médico e uma descompressão controlada.<sup>132</sup>

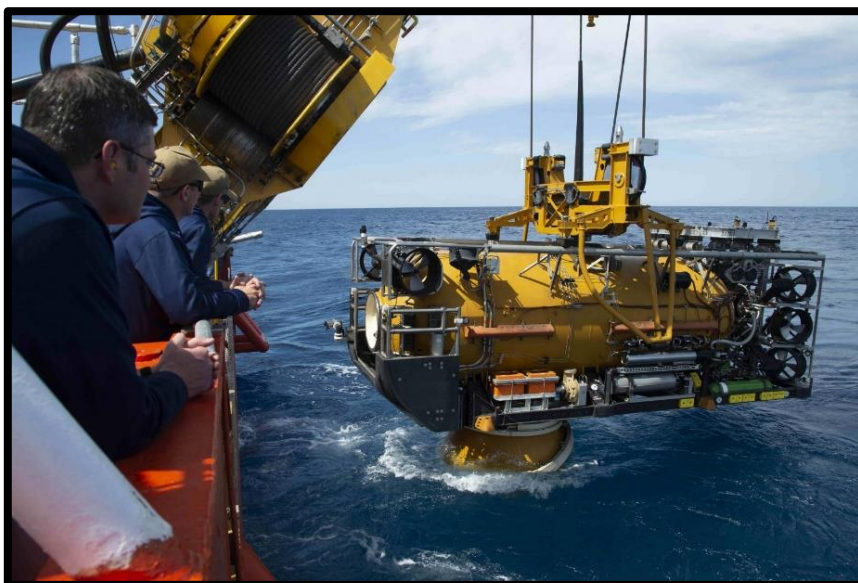


Figura 20- PRM Falcon a ser arriado pela LARS

Fonte-<https://www.usni.org/magazines/proceedings/2020/october/submarine-rescue>, acedido em janeiro de 2021.

Para além dos sistemas apresentados anteriormente, vários países contam ainda com as tradicionais *Submarine Rescue Chamber* (SRC), que surgiram em 1930 com a *MacCann Rescue Chamber*.

No que toca ao modo de operação, é necessário um cabo para arriar a *Submarine Rescue Chamber* (SRC) até ao submarino, para posteriormente realizar o acoplamento, para isso, torna-se necessário também o auxílio de um mergulhador, ou de um veículo operado remotamente para fazer a ligação do cabo ao submarino. Atualmente, foi

---

<sup>132</sup> T. Withington, «*Submarine Rescue: «Kursk» -Ten Years On*», p. 72.

aumentada a profundidade operacional e adicionada a capacidade de transferência sob pressão (em alguns casos, consultar Apêndice A). Este meio de salvamento tem a vantagem de ser transportado com mais facilidade que os sistemas apresentados anteriormente, no entanto, como desvantagens tem o facto de operar a profundidades menores e o facto de ser obrigatório que o submarino esteja sem caimento ou banda.<sup>133</sup>

No caso dos submarinos com capacidade de resgate por *Submarine Rescue Chamber* (SRC), poderão estar equipados com uma “boia mensageira” que é enviada para a superfície pelo submarino e que tem um cabo incorporado que irá posteriormente servir de guia para descer a *Submarine Rescue Chamber* (SRC), deixando assim de ser necessário o auxílio do mergulhador ou do veículo operado remotamente, como tinha sido referido no parágrafo anterior.<sup>134</sup>



Figura 21- Submarine Rescue Chamber (SRC)

Fonte-<http://www.oceanworks.com/our-business/military/submarine-rescue-systems/>,  
acedido em janeiro de 2021.

<sup>133</sup> ESQUADRILHA SUBSUPERFÍCIE, IONAV 200 - *Busca e Salvamento de Submarinos*, p. 3-2.

<sup>134</sup> NATO, ATP-57 - *The Submarine Search and Rescue Manual*, p. 2-5.

De referir ainda, as cápsulas de salvamento, capacidade que muito poucos submarinos possuem. Esta cápsula, após a guarnição ou parte da guarnição estar no seu interior, é libertada do submarino fazendo o percurso até à superfície.<sup>135</sup>

## **2.5 Realidade nacional em matéria de salvamento submarino**

Neste subcapítulo pretende-se retratar as capacidades de salvamento submarino a nível nacional, assim como, identificar de entre os meios de resgate e escape existentes no mundo e que foram anteriormente apresentados, como são aplicados num submarino da classe *Tridente*.

A classe *Tridente*, que veio substituir a antiga classe de submarinos *Albacora* em 2010, trouxe maiores capacidades operacionais e tecnológicas, surgindo assim a necessidade de evoluir no campo do salvamento submarino em Portugal, a fim de perceber como estar pronto para um eventual acidente e de modo a aumentar a probabilidade de sucesso no salvamento da guarnição.<sup>136</sup>

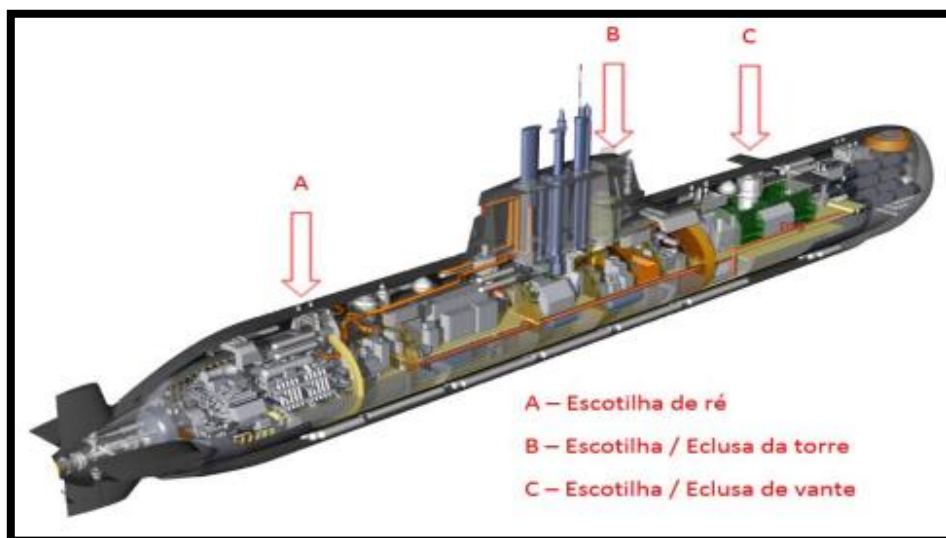
Começando por abordar as capacidades de realizar escape a bordo dos submarinos portugueses e conforme abordado no subcapítulo 2.2, existem duas formas de realizar o escape de um submarino, o escape livre e a ascensão livre. Fazendo uma breve recapitulação, o escape livre constitui uma fuga coletiva onde todos os membros da guarnição estão sujeitos à pressão hidrostática e abandonam de forma rápida e sequencial o submarino, enquanto a ascensão livre realiza-se quando a pressão no interior do submarino se mantém controlada e a fuga é realizada ordenadamente através de eclusas. Posto isto, nos submarinos da classe *Tridente* é possível realizar a fuga por escape livre até à profundidade máxima de 60 metros a partir de dois locais, pela escotilha de vante (letra C na figura 22) e pela escotilha de ré (letra A). Quanto à fuga por ascensão livre esta pode ser efetuada até 180 metros de profundidade, também por dois locais, a partir do tronco telescópico da escotilha de vante (letra C) e pelo compartimento de ré na escotilha da torre (letra B).<sup>137</sup>

---

<sup>135</sup> *Ibidem*, p. 2-6

<sup>136</sup> F. Pinto, *A Busca e Salvamento de Submarinos em Portugal: Desafios e Constrangimentos*, p. 1.

<sup>137</sup> ESQUADRILHA SUBSUPERFÍCIE, IONAV 200 - *Busca e Salvamento de Submarinos*, p. 6-12.



*Figura 22- Escotilhas / Eclusas da classe Tridente*

*Fonte- Fernando Melo, Escape livre submarino, Faculdade de Medicina- Escola Naval, Lisboa-Alfeite, 2019, p. 25*

A bordo dos submarinos da classe *Tridente*, existem duas balsas salva-vidas com capacidade para 25 pessoas cada uma, que estão instaladas em duas cápsulas resistentes (número 2 na figura 23), uma a vante e outra a ré e têm como principal objetivo aumentar o tempo de sobrevivência à superfície caso a guarnição tenha efetuado o escape do submarino. A ejeção das cápsulas é feita através de um sistema pneumático (número 3 na figura 23) que é pressurizado a 100 bar com ar comprimido, de modo a ejetar a cápsula. Após ejeção da cápsula, através de um sistema de cabo fixo que aciona o sistema de disparo, a cápsula abre, posteriormente, a balsa salva-vidas possui outro dispositivo de disparo que é acionado pela pressão, enchendo a balsa através de uma garrafa de CO<sub>2</sub>, sensivelmente entre os 8 e os 4 metros. Para evitar que a balsa se afasta da posição do submarino devido a correntes ou outros fatores ambientais, esta fica presa ao submarino através de um cabo com 880 metros (número 4 na figura 23).<sup>138</sup>

As cápsulas contêm no seu interior, para além das balsas, uma EPIRB *TRON 40S*, que ao entrar em contacto com a água é automaticamente acionada, emitindo um sinal para a rede satélite *COSPAS SARSAT*, indicando a localização e identificação do submarino, informando as autoridades competentes pela busca e salvamento.<sup>139</sup>

<sup>138</sup> Informação fornecida pela Esquadilha de Subsuperfície em 2021.

<sup>139</sup> Informação fornecida pela Esquadilha de Subsuperfície em 2021.

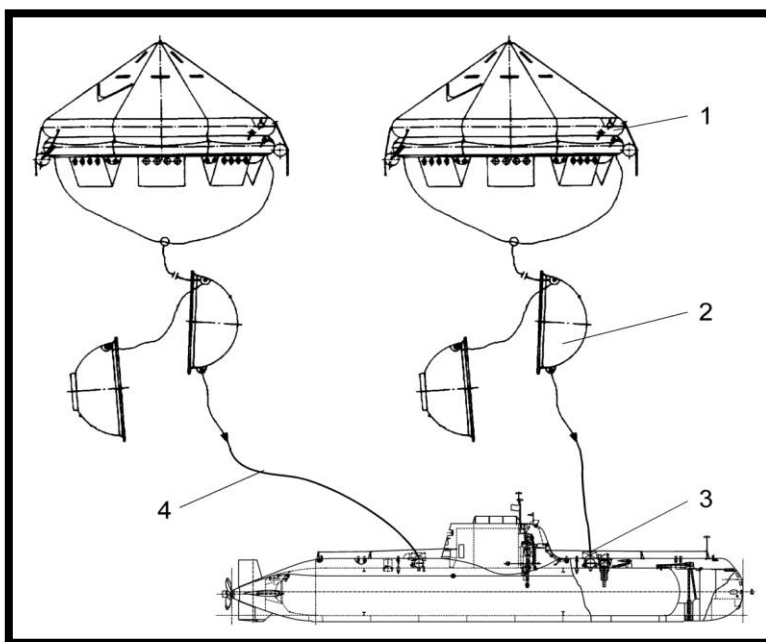


Figura 23 -Balsas salva-vidas da classe Tridente.

Fonte-Fornecida pela Esquadilha de Subsuperfície em 2021

Pela doutrina internacional sabemos que um submarino está preparado para que a guarnição sobreviva no mínimo até sete dias no interior do submarino após o acidente, nomeadamente com mantimentos, água e ar respirável.<sup>140</sup> Aplicando-se o mesmo valor de dias de sobrevivência aos submarinos da classe *Tridente*, caso exista energia elétrica a bordo, pois a renovação do ar é feita através da ventilação, que força o ar a passar nas *Soda Lime* (Cal Sodada), substância que absorve dióxido de carbono, caso a energia elétrica se esgote, não existe ventilação, logo não é possível realizar este processo, assim sendo, a guarnição de um submarino da classe *Tridente* tem cerca de 12 horas de ar respirável caso não exista energia elétrica a bordo.<sup>141</sup>

A capacidade de POD *Posting* pode ser definida como sendo a função de entregar *Emergency Life Support Stores* (aprovisionamentos de emergência) acondicionados de modo a serem resistentes à pressão, através das escotilhas ou troncos de fuga, por parte de mergulhadores ou de outros meios (ROV's por exemplo).<sup>142</sup> Nos submarinos da classe *Tridente*, existe a capacidade de realizar POD através da escotilha de vante ou do tronco

<sup>140</sup> NATO, ATP-57 -*The Submarine Search and Rescue Manual*, p. 6-16.

<sup>141</sup> Informação fornecida pela Esquadilha de Subsuperfície em 2021.

<sup>142</sup> NATO, ATP-57 -*The Submarine Search and Rescue Manual*, p. Glossary-7.

da torre e de mini-Pod através dos ejetores de sinais a vante a bombordo ou a ré a estibordo.<sup>143</sup>

No subcapítulo 3.5.3, irão ser apresentados mais pormenorizadamente todos os fatores que influenciam a sobrevivência a bordo de um submarino acidentado.

Em relação ao resgate, por ser uma operação de elevada complexidade, com diversos fatores e dados que apenas numa situação real se podem obter, não é possível determinar qual o melhor veículo de salvamento a utilizar num acidente que ocorra na nossa área de responsabilidade nacional, contudo, é possível, tendo em conta os meios existentes, as características dos nossos submarinos e a nossa posição geográfica, criar suposições de possíveis operações de resgate que preparam os responsáveis pelo salvamento submarino na Marinha Portuguesa.

No trabalho de investigação individual realizado pelo Capitão-tenente Taveira Pinto intitulado “*A Busca e Salvamento de Submarino em Portugal: Desafios e Constrangimentos*”, foi realizada uma simulação da ocorrência de um acidente na costa portuguesa, mais precisamente entre o cabo Espichel e o cabo Sardão, com o objetivo de encontrar um valor aproximado para a chegada do NATO *Submarine Rescue System* (NSRS). Na tabela 1 apresenta-se os valores retirados desta simulação, importa referir que o valor por via aérea do sistema norte-americano (SRDRS), é considerado ser semelhante ao do NATO *Submarine Rescue System* (NSRS).<sup>144</sup>

*Tabela 1- Tempos estimados de chegada do sistema de salvamento NATO Submarine Rescue System (NSRS) e do sistema de salvamento norte-americano (SRDRS) à última posição conhecida do submarino (DATUM).*

| Sistema de salvamento | NSRS             |                   | SRDRS            |          |
|-----------------------|------------------|-------------------|------------------|----------|
| Via de transporte     | Aérea            | Marítima          | Aérea            | Marítima |
| Tempo de chegada      | Mais de 72 horas | Cerca de 80 horas | Mais de 72 horas | 30 dias  |

Como podemos observar na tabela 1, nenhum dos sistemas cumpre com o tempo previsto na doutrina internacional, que são 72 horas<sup>145</sup> para o primeiro salvamento, ou

<sup>143</sup> ESQUADRILHA SUBSUPERFÍCIE, IONAV 200 - *Busca e Salvamento de Submarinos*, p. 6-9.

<sup>144</sup> F. Pinto, *A Busca e Salvamento de Submarinos em Portugal: Desafios e Constrangimentos*, p. 22-24.

<sup>145</sup> NATO, ATP-57 - *The Submarine Search and Rescue Manual*, p. 3-17



seja, 72 horas para estar efetivamente a resgatar os membros da guarnição do submarino acidentado para o interior de um veículo de salvamento ou uma câmara de salvamento.

Contudo, desta simulação concluiu-se que apesar do tempo previsto de chegada por via aérea do *NATO Submarine Rescue System* (NSRS), ser oito horas inferior ao de chegada por via marítima, podem ocorrer diversos constrangimentos por via aérea, tais como disponibilidade de aviões de carga, embarque no aeroporto, desembarque no porto de destino, o que faz com que a possibilidade de o transporte ser feito via marítima deva ser considerada, devido à menor complexidade da operação e maior certeza no tempo estimado.<sup>146</sup>

No subcapítulo 3.5.4 irão ser abordadas as fases de uma operação de busca e salvamento de um submarino acidentado, aplicáveis a nível nacional.

Fazendo uma análise ao modelo batimétrico na zona da Península Ibérica, zona onde os nossos submarinos frequentemente operam, verificamos que rapidamente se atingem profundidade superiores a 610 metros, profundidades nas quais os veículos de salvamento com os quais normalmente realizamos treino, não têm capacidade de operar (apenas o veículo de salvamento russo o *Priz*, tem capacidade de operar até cerca de 900 metros, segundo as entidades russas).

Os submarinos da classe *Tridente* possuem uma antepara resistente no seu interior, permitindo a sobrevivência da guarnição no caso da perda estanqueidade apenas de um dos lados. Esta antepara só é resistente até ao limite da cota máxima de operação do submarino. (valor secreto).<sup>147</sup>

“...as áreas onde os submarinos nacionais normalmente operam têm profundidades significativas, com os fundos caracterizados por terem um declive acentuado...”<sup>148</sup>

---

<sup>146</sup> F. Pinto, *A Busca e Salvamento de Submarinos em Portugal: Desafios e Constrangimentos*, p. 24-25.

<sup>147</sup> Informação fornecida pela Esquadilha de Subsuperfície em 2021.

<sup>148</sup> F. Pinto, *A Busca e Salvamento de Submarinos em Portugal: Desafios e Constrangimentos*, p. 18

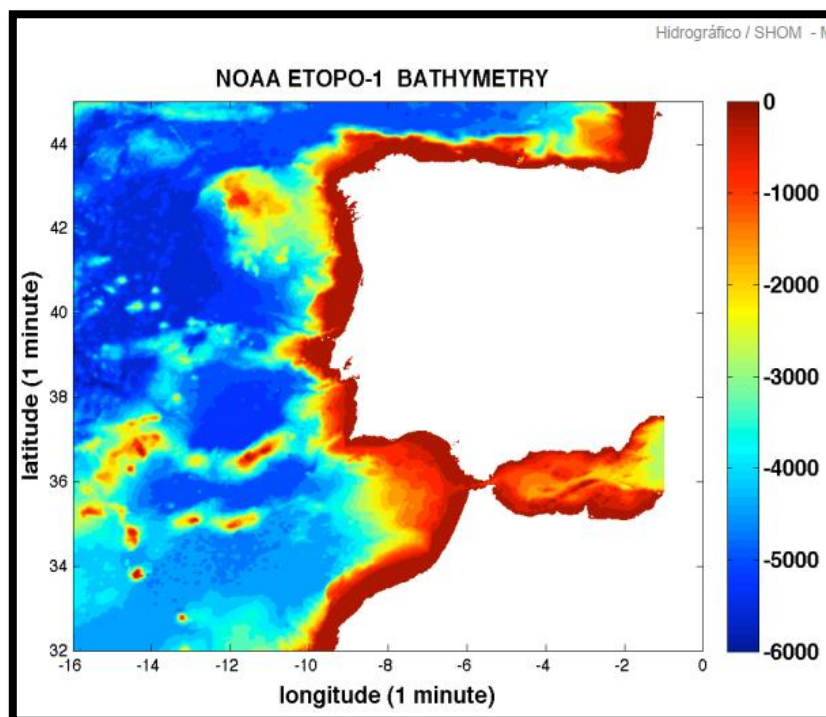


Figura 24- Modelo batimétrico da Península Ibérica

Fonte- INSTITUTO HIDROGRÁFICO, West Iberian Bathymetry Model, Relatório, 2009, p. 16

A classe *Tridente* está equipada com o EMCS (*Engineering Monitoring and Control System*), que tem diversas funcionalidades de monitorização do estado do submarino e de prevenção de ocorrência de acidentes. Este sistema permite: detetar incêndios, detetar alagamentos, controlar a ventilação, controlar a propulsão a diesel, controlar o sistema de ar condicionado, monitorizar a qualidade do ar nos compartimentos afetos à zona fumos e zonas adjacentes, preparar o esgoto de compartimentos, entre outras funcionalidades.<sup>149</sup>

Em termos de capacidades de extinção de incêndios, a classe *Tridente* está capacitada de meios de extinção fixos por: N<sub>2</sub> (azoto), CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), sistema IFEX e sistema ANSUL R102.<sup>150</sup>

1. N<sub>2</sub>- extinção através do decréscimo da concentração de oxigénio por saturação com azoto. Este sistema de extinção está presente nos compartimentos da propulsão.

<sup>149</sup> Informação fornecida pela Esquadilha de Subsuperfície em 2021.

<sup>150</sup> Informação fornecida pela Esquadilha de Subsuperfície em 2021..



2. **CO<sub>2</sub>**- extinção através do aumento da concentração de dióxido de carbono no compartimento. Este sistema está presente nos porões das baterias.
3. **IFEX**- a tecnologia IFEX é baseada no princípio da descarga do agente extintor a uma grande velocidade (120 m/s ou 432 km/h). O sistema usa água doce como agente de extinção, produzindo uma nuvem/nevoeiro de água em micro-gotículas de modo a extinguir o incêndio.
4. **ANSUL R102** – sistema que está presente na cozinha e o seu método de extinção é baseado no arrefecimento da superfície da gordura através da criação de uma camada de espuma que não só arrefece, como também previne a evaporação de vapores combustíveis.

Em termos de meios de extinção portáteis e aparelhos de respiração, existem extintores de CO<sub>2</sub> e extintores de espuma, uma manta ignífuga, uma cortina antifumo para a antepara resistente, quatro fatos de combate a incêndio, quatro ARA's (Aparelho Respiração Autônomo) PASCOLT e o sistema BIBS (*Build In Breathing System*), um sistema de emergência que permite respirar ar respirável ou gás respirável, através de máscaras existentes em vários compartimentos do submarino.<sup>151</sup>

A Esquadilha de Subsuperfície possui uma Câmara Hiperbárica Contentorizada (CHC), um sistema que é destinado à realização de tratamentos de oxigenoterapia hiperbárica a quem tenha sofrido um acidente de mergulho. Esta câmara, está preparada para ser transportado via marítima, terrestre e aérea e é por norma utilizada pelos mergulhadores em operações de mergulho superiores a 40 metros. Podendo ser utilizada numa operação SMER (*Submarine Escape and Rescue*) a nível nacional ou internacional.<sup>152</sup>

O Instituto Hidrográfico (IH) fornece apoio no caso de ocorrência de um acidente com um submarino através dos seus sistemas de busca e deteção, do ROV (*Remoted Operated Vehicle*) NAVAJO e fornecendo informação meteorológica/oceanográfica atualizada. Os sistemas de busca e deteção são nomeadamente os sistemas de sonar multifeixe e sonar de varrimento lateral instalados nos navios hidroceanográficos da Marinha, que têm capacidade de deteção de objetos no fundo do mar, por forma a detetar o submarino acidentado. O ROV NAVAJO poderá ser utilizado na fase de intervenção

---

<sup>151</sup> Informação fornecida pela Esquadilha de Subsuperfície em 2021.

<sup>152</sup> ESQUADRILHA SUBSUPERFÍCIE, IONAV 200 - *Busca e Salvamento de Submarinos*, p. 4-4.

(subcapítulo 3.5.4), auxiliando na inspeção do submarino e na preparação de operações de mergulho. Por fim, o Instituto Hidrográfico fornece previsões meteorológicas/oceanográficas essenciais para as operações de busca e salvamento, tais como: estado do mar, correntes à superfície e em profundidade, assim como, a visibilidade em profundidade.<sup>153</sup>

Concluimos assim uma análise às capacidades de salvamento submarino existentes em Portugal e na classe *Tridente*. Foram abordadas as capacidades de escape e do sistema de balsas salva-vidas; as capacidades de sobrevivência a bordo de um submarino da classe *Tridente*, nomeadamente em termos de ar respirável; as capacidades de resgate, nomeadamente os tempos de chegada de um sistema de resgate à costa portuguesa; uma análise ao modelo batimétrico da Península Ibérica comparando com a profundidade máxima de operação dos veículos de resgate e a capacidade da antepara resistente; as capacidades de deteção de sinistros a bordo e da sua extinção; as capacidades de medicina hiperbárica a nível nacional e por fim as capacidades de apoio por parte do Instituto Hidrográfico a uma operação SMER (*Submarine Escape and Rescue*).

---

<sup>153</sup> *Ibidem*, p. 4-5.

### 3. História dos acidentes

No terceiro capítulo, irão ser abordados os acidentes envolvendo submarinos que de alguma forma causaram uma evolução na história da busca e salvamento submarina, ou que, resultaram numa mudança de paradigma neste âmbito. Mediante os acidentes que caracterizam cada geração, será possível perceber em que ponto estávamos em termos de capacidade de salvamento submarino na altura em questão.

#### 3.1 Século XIX

Tal como foi referido anteriormente, antes de haver aparelhos de respiração para ser efetuado o escape, ou sistemas de resgate, a guarnição de um submarino acidentado estava por sua conta, contudo, não é possível abrir simplesmente a escotilha e sair do submarino, são necessários alguns conhecimentos na área da física, nomeadamente sobre a pressão hidrostática que o submarino está sujeito. Na melhor das hipóteses, se o submarino não estivesse a uma profundidade muito elevada e dependendo das avarias verificadas a bordo, havia a possibilidade de trazê-lo à superfície, através da libertação do lastro destacável ou simplesmente esgotando os tanques de lastro.

O acidente do *Brandtaucher* em 1851, é um excelente exemplo disso mesmo, Bauer e dois dos seus contrerrâneos esperaram cinco horas no fundo do Porto de Kiel pelo resgate. Na verdade, os navios e os mergulhadores da Marinha Alemã estavam efetivamente à procura do submarino, tanto que, Bauer e os seus homens conseguiam ouvir os ferros e as amarras a bater no fundo, mas Bauer começava a ficar preocupado com a atmosfera no interior. Devido à acumulação de dióxido de carbono, os três homens começavam a ficar ofegantes, pálidos e indispostos. Foi então que Bauer atuou, abrindo uma válvula que começou a inundar o submarino. Desta forma, igualou a pressão no interior do submarino à pressão no exterior possibilitando a abertura da escotilha e visto que estavam apenas a 18 metros do fundo, conseguiram chegar à superfície.<sup>154</sup>

---

<sup>154</sup> Rachel Lance, *How to Escape From a Sunken Submarine*, <https://www.wired.com/story/how-escape-sunken-submarine/>, 2020, acedido em dezembro de 2020.

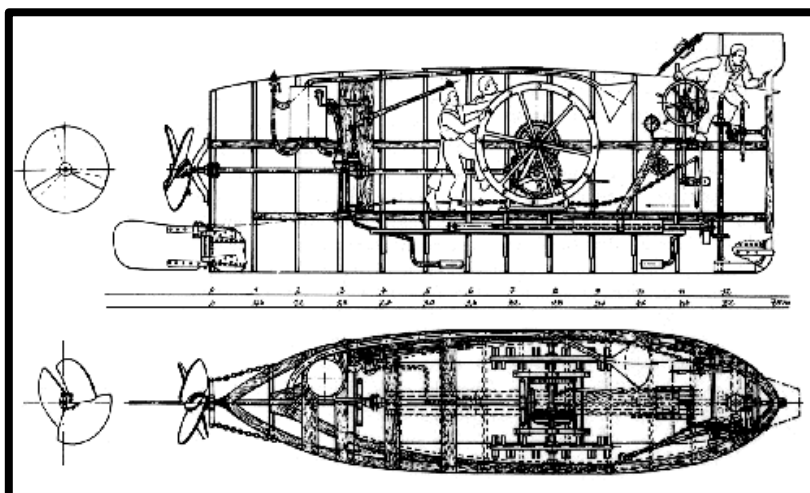


Figura 25- Submarino Brandtaucher em 1851

Fonte-<http://www.tthews.de/water/submarine/submarineh.htm>, acedido em janeiro de 2021.

### 3.2 Meados da 1ª Guerra Mundial (1914-1918)

Os *U-Boats*, submersíveis alemães que surgiram na Primeira Guerra Mundial, assumiram-se como uma arma mortífera no que toca à guerra submarina, intercetando não só os navios de guerra britânicos, como navios mercantes com cargas valiosas que navegavam em direção aos portos ingleses.<sup>155</sup>

Nos primeiros anos do conflito, poucos *U-Boats* foram abatidos pelas forças dos aliados, devido ao facto de não existir tecnologia capaz de detetar um submarino com precisão. A partir de 1916, com a utilização das minas, das cargas de profundidade e com os navios a navegar maioritariamente em força, os aliados tinham agora armas para fazer frente aos *U-Boats*. Na Primeira Guerra Mundial cerca de 200 *U-Boats* foram perdidos.<sup>156</sup>

<sup>155</sup> S. Dunmore, R. Ballard e D. Perkins, *Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found*, p. 46–54.

<sup>156</sup> *Ibidem*, p. 58–65.



*Figura 26- U-Boat durante a Primeira Guerra Mundial*

*Fonte- Spencer Dunmore, Robert Ballard e David Perkins, Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found, Singapura, Perseus Press, 2002, p. 46.*

### **3.2.1 S-Class Submarines**

Esta classe de submarinos norte-americanos começou a ser construída para a Primeira Guerra Mundial, no entanto, não foram acabados a tempo, tendo por esse motivo prestado serviço até, durante e depois da Segunda Guerra Mundial.

Três dos submarinos desta classe afundaram nos anos 20, o USS *S-5* em 1920, o USS *S-51* em 1925 e o USS *S-4* em 1927. Estes três acidentes, despoletaram o desenvolvimento do *Momsen Lung*, e posteriormente, a construção da *MacCann Rescue Chamber*, que viria a ser utilizada com sucesso em 1939 no acidente do USS *Squalus*.

Ao realizar provas de mar no verão de 1920, o submarino *S-5* teve um alagamento devido a uma válvula de admissão com defeito e em apenas quatro minutos o submarino estava no fundo, a 50 metros de profundidade. As tentativas de trazer o submarino à superfície falharam, tal como a utilização das bombas de esgoto que existiam a bordo.

O Comandante Charles Cooke decidiu esgotar os tanques de lastro de ré, conseguindo trazer a popa do submarino à superfície. Com o passar do tempo, os gases tóxicos começavam a fazer efeito no interior do submarino. A solução passou por fazer um buraco no casco recorrendo às ferramentas a bordo do submarino. Este buraco era

suficientemente grande para renovar o ar e para avistar outros navios, mas não era suficiente para escapar.<sup>157</sup>



*Figura 27- Popa do submarino S-5 no acidente em 1920*

Fonte-<http://www.navy.mil/photos/pfs/010/010110.htm>,  
acedido em fevereiro de 2021.

O navio *Alanthus*, que estava apenas de passagem, avistou um objeto preto no horizonte, pensando que se tratasse de um navio de pesca, ao chegarem mais perto avistaram um pano branco em movimento, quando se aperceberam da situação, enviaram rapidamente um bote para junto do submarino por forma a fornecer água e ar comprimido. Vários navios vieram em socorro do submarino *S-5* e a abertura do buraco no casco durou até as 03:34 da manhã, quando todos os submarinistas do *S-5* estavam salvos a bordo do *Alanthus*.<sup>158</sup>

No acidente do submarino *S-51* que ocorreu na noite do dia 25 de setembro de 1925, após colisão à superfície com o navio mercante *City of Rome*, o submarino *S-51* em menos de um minuto assentou no fundo do mar a 39 metros de profundidade. Três dos 36

<sup>157</sup> NOAA, Laura Rear, *History of the USS S-5 Submarine*, <https://oceanexplorer.noaa.gov/projects/01s5/history/history.html>, 2002, acedido em janeiro de 2021.

<sup>158</sup> *Ibidem*.

homens a bordo de alguma forma saíram do submarino após a colisão e conseguiram nadar até à superfície, sendo imediatamente recolhidos pelo navio mercante.<sup>159</sup>

O Comandante do *City of Rome*, após questionar os sobreviventes e perceber que se tratava de um submarino, assumiu de imediato que o submarino estava perdido, decidindo não voltar para trás para tentar o salvamento. Após informar as autoridades, os navios foram rapidamente para a zona do acidente, contudo, a posição fornecida pelo *City of Rome* estava incorreta, o que dificultou as buscas.<sup>160</sup>

Os mergulhadores chegaram ao submarino passado 15 horas da ocorrência do acidente, não obtendo qualquer resposta às batidas no casco a partir do exterior do submarino. A culpa do acidente foi atribuída ao comandante do *City of Rome*, por não ter manobrado por forma a evitar a colisão, contudo, o submarino também teve parte da culpa devido ao facto de estar a navegar à superfície sem as luzes de navegação apropriadas para tal.<sup>161</sup>

No caso do submarino USS *S-4* em 1927, a 34 metros de profundidade, parte da guarnição conseguiu chegar a compartimentos que não estariam alagados, havendo 6 homens vivos no interior do submarino, foram feitas operações de resgate com recurso a mergulhadores, mas com o agravamento das condições climatéricas e com a falta de meios de salvamento apropriados, as operações tiveram de ser canceladas e todos os militares a bordo acabaram por perder a vida.<sup>162</sup>

### **3.3 Meados da 2ª Guerra Mundial (1939-1945)**

No início da Segunda Guerra Mundial, a Alemanha tinha apenas 39 *U-Boats*, enquanto as forças aliadas possuíam esquadras de maior número. França contava com 70 submarinos e a Grã-Bretanha com 50. No entanto, a pequena esquadra alemã, era composta por guarnições altamente treinadas, cada homem escolhido a dedo e rapidamente causaram estragos. Num espaço de aproximadamente 5 anos, foram construídos mais de 1000 *U-Boats* em diversos portos alemães. Estima-se que no

---

<sup>159</sup> «Atlantic Hides Fate of 34 sailors», *The Indianapolis Times*, Indianapolis, 1925.

<sup>160</sup> *The Loss of USS S-51*, <https://ussnautilus.org/the-loss-of-uss-s-51-ss-162/>, 2014, acedido em janeiro de 2021.

<sup>161</sup> *Ibidem*.

<sup>162</sup> «How Work of Rescue Goes Forward», *The Evening Star*, Washington D.C, 1927.



Atlântico Norte existam cerca de 780 *U-Boats* afundados durante as duas Guerras Mundiais.<sup>163</sup>

### 3.3.1 USS *Tang*

O USS *Tang* chegou ao Havai em dezembro de 1943 e rapidamente estabeleceu recordes de ataques contra navios japoneses. Na sua primeira patrulha, afundou cinco navios japoneses, acertando 16 dos 24 torpedos disparados. No decorrer de um ataque por parte dos porta-aviões americanos a uma base japonesa, 22 militares americanos pertencentes às aeronaves foram resgatados à superfície com sucesso pelo USS *Tang*.<sup>164</sup>

Na manhã de 24 de outubro de 1944, enquanto patrulhava o Mar da China, o submarino intercetou uma força de navios japoneses constituída por navios mercantes e militares. Durante o ataque, o submarino disparou dois torpedos contra um navio mercante, um deles foi na direção correta, o outro, subitamente tomou uma direção indesejada e atingiu violentamente o submarino americano. Dos 87 militares a bordo muitos não sobreviveram à explosão do torpedo. O submarino afundou rapidamente até uma profundidade de 50 metros, começando instantaneamente a alagar. Algumas decisões difíceis tiveram de ser tomadas por parte dos sobreviventes, pois a prioridade era criar um compartimento estanque mesmo que do outro lado tivesse de ficar alguém.<sup>165</sup>

Localizados no compartimento de lançamento de torpedos mais a vante, onde se localizava a eclusa de escape, tinham a possibilidade de realizar o escape do submarino utilizando o *Momsen Lung*, tendo 13 militares realizado o escape, oito chegaram com vida à superfície, apenas cinco conseguiram nadar e sobreviver, sendo posteriormente capturados pelos japoneses e feitos prisioneiros de guerra.<sup>166</sup>

---

<sup>163</sup> S. Dunmore, R. Ballard e D. Perkins, *Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found*, p. 96–100.

<sup>164</sup> *Ibidem*, p. 129.

<sup>165</sup> David Ferrell e Nora Zamichow, *Tale of the USS Tang: How crewmen escape a sunken Sub*, <https://www.chicagotribune.com/news/ct-xpm-2000-08-20-0008200308-story.html>, 2000, acedido em janeiro de 2021.

<sup>166</sup> *Ibidem*.



### **3.4 Guerra Fria (1947- 1991)**

Após finda a Segunda Guerra Mundial, dois poderosos blocos políticos foram formados, o dos Estados Unidos da América e o da União Soviética.

Desde o aparecimento dos submarinos nucleares em 1955, com a construção do USS *Nautilus*, até ao fim da Guerra Fria em 1991, apesar de oficialmente existir paz de ambos os lados, existia claramente uma tensão entre os países NATO e os países pertencentes ao pacto de Varsóvia, causando uma constante suspeita de ambas as partes e o aumento da capacidade bélica. Tensão que se refletia evidentemente nos acidentes ocorridos com submarinos.<sup>167</sup>

#### **3.4.1 USS *Scorpion***

O USS *Scorpion* foi enviado para o Mediterrâneo em março de 1968 para participar num exercício de guerra antissubmarina (ASW) internacional. Em abril, para descontentamento da guarnição, em vez de seguirem rumo a casa, é-lhes atribuída a missão de escoltar navios soviéticos ao largo das Ilhas das Canárias. Depois de três dias a observar os navios soviéticos, nada de suspeito foi encontrado e o USS *Scorpion* recebe diretrizes para regressar à base de Norfolk.<sup>168</sup>

Dia 21 de maio, é recebida uma mensagem enviada pelo USS *Scorpion* informando que a previsão de chegada era dia 27 de maio. Ao falhar o planeamento, a Marinha dos Estados Unidos não considerou de imediato que fosse razão para alarme, afirmando que o submarino poderia estar fora do alcance das comunicações. Entretanto, levantou-se a hipótese de ter sido atacado por navios soviéticos, no entanto, depois de observados os padrões de operação e patrulha desses navios, nada de suspeito foi encontrado.<sup>169</sup>

De acordo com alguns membros da guarnição, o submarino saiu para o mar com extrema necessidade de uma revisão. Horários apertados e missões a cumprir, foram adiando a intervenção. Segundo consta, existiriam já fugas de óleo nos sistemas hidráulicos, pequenas entradas de água na zona junto ao veio da hélice e problemas nos

---

<sup>167</sup> S. Dunmore, R. Ballard e D. Perkins, *Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found*, p. 136.

<sup>168</sup> *Ibidem*, p. 140.

<sup>169</sup> *Ibidem*, p. 140.

tanques de lastro de emergência. Inclusive, em 1967 durante manobras a alta velocidade, o submarino demonstrou vibrações muito excessivas.<sup>170</sup>

Já passado alguns dias desde o desaparecimento do *Scorpion*, o pior cenário tinha de ser encarado, o submarino que a bordo tinha 99 pessoas provavelmente estava perdido.

As operações de busca continuaram, desta vez com o auxílio do investigador Jonh Craven, que já anteriormente tinha prestado serviço à Marinha norte-americana e com sucesso. Com recurso a um hidrofone localizado numa estação nas Ilhas das Canárias, Craven conseguiu encontrar eventos acústicos que poderiam ser associados à implosão do submarino. Através da velocidade e do rumo mais provável do *Scorpion*, estabeleceram-se oito prováveis localizações, todas elas com profundidades superiores a 2000 metros.<sup>171</sup>

Foi enviado o navio USS *Mizar*, um navio hidrográfico, para o ponto Oscar, o local do evento acústico detetado, onde nada foi encontrado. Craven, através da observação de sinais acústicos, descobriu que nos últimos momentos o *Scorpion* estava a navegar para Este em direção ao Mediterrâneo, e não para Oeste como seria espetável.

Por fim, cinco meses depois do seu desaparecimento, a 29 de outubro de 1968, o USS *Scorpion* foi encontrado no limite do Mar dos Sargãos, 400 milhas a Oeste dos Açores, a uma profundidade de 3500 metros, muito perto da localização que Craven tinha previsto. Foi encontrado quase separado em duas partes. A proa do submarino estava completamente destruída, devido ao impacto com o fundo. Nunca foram encontradas provas para concluir a verdadeira causa do acidente, permanecendo um mistério até aos dias de hoje.<sup>172</sup>

### **3.5 Entrada no século XXI**

#### **3.5.1 K-141 *Kursk***

No verão do ano 2000, o submarino nuclear *Kursk*, pertencente à classe *Oscar II*, tinha como missão participar num exercício com mais 30 outros navios no Mar Barents, este exercício seria um dos maiores exercícios nos últimos anos e uma excelente

---

<sup>170</sup> *Ibidem*, p. 142.

<sup>171</sup> *Ibidem*, p. 143.

<sup>172</sup> *Ibidem*, p. 146.

oportunidade para demonstrar o poder e as enormes capacidades deste submarino que foi criado com capacidades para atacar porta-aviões NATO e respetivos grupos de escolta. Para tal tarefa, foi escolhido como comandante Gennady Lyachin, ele que, tinha em mãos um submarino com 14000 toneladas de deslocamento, 153 metros, armado com mísseis com guiamento que poderiam ser utilizados contra alvos costeiros, torpedos, mísseis de curto alcance e toda a tecnologia inerente a um submarino moderno. Sem dúvida, um dos submarinos mais avançados na altura, a par dos submarinos nucleares dos Estados Unidos da América. Construído com casco duplo, o *Kursk* tinha a capacidade de operar até a uma cota de 500 metros.<sup>173</sup>

O exercício decorria com naturalidade, o *Kursk* tinha inclusive já efetuado um disparo de torpedo, Lyachin pede autorização ao comandante da força para efetuar um segundo disparo, no entanto, por volta das 07:30, ocorre a primeira explosão, curta e não muito intensa, contudo, passado cerca de dois minutos ocorre a segunda e maior explosão deste acidente. De acordo com o instituto sísmico da Noruega a explosão registou um valor de 3.5 na escala de Richter.<sup>174</sup>

Os quatro compartimentos mais a vante ficaram completamente destruídos e todos os ocupantes que lá estavam morreram instantaneamente, incluindo o comandante Lyachin. Mesmo tendo anteparas estanques, nem estas resistiram a tremenda explosão, o submarino começou a ganhar caimento a vante, devido ao alagamento e passado alguns segundos ocorre uma violenta colisão com o fundo do mar, 107 metros abaixo da superfície. No nono compartimento, compartimento dos motores elétricos, que inclusive era onde se situava a eclusa de escape a ré, 23 membros da guarnição encontravam-se ainda vivos.<sup>175</sup>

À medida que o tempo passava, a temperatura do submarino descia, o dióxido de carbono aumentava na atmosfera do submarino, os sobreviventes começam a ter dores de cabeça e a ficar indispostos, assim como o estado psicológico de cada homem ia enfraquecendo. O Capitão-tenente Dmitry Kolesnikov, chefe da propulsão do submarino, sabia que a probabilidade de os meios de resgate chegarem a tempo era muito baixa, por

---

<sup>173</sup> Anette Mikes e Amram Migdal, *Learning from the Kursk submarine rescue failure: The case for pluralistic risk management*, Harvard Business School, Boston, 2014, p. 1-3.

<sup>174</sup> *Ibidem*, p. 155–156.

<sup>175</sup> *Ibidem*, p. 158.

essa razão, com a luz de emergência que ainda restava, fez uma lista com o nome dos 23 homens que estariam vivos naquela altura, assim como uma carta para a sua esposa.<sup>176</sup>

“13:15. Toda a guarnição do sexto, sétimo e oitavo compartimentos encontra-se agora no nono. Somos 23. Tomámos esta decisão (vir para ré devido ao acidente). Nenhum de nós está capaz de escapar” - Capitão-tenente Dmitry Kolesnikov.<sup>177</sup>

As entidades russas, quando questionadas sobre os detalhes do acidente, mantiveram uma postura muito contida e duvidosa, mudando a causa do acidente mais que uma vez. Foram apresentadas diversas teorias, como por exemplo a possibilidade de ter ocorrido a colisão com outro navio, uma explosão no compartimento das baterias, ou até a colisão com uma mina à deriva proveniente da Segunda Guerra Mundial. Todas estas teorias foram desencorajadas por especialistas, uma vez que a potência da explosão foi enorme.<sup>178</sup>

Desde o fim da Guerra Fria até à data do acidente, a Marinha Russa diminui cerca de 80 %, passando de uma esquadra de 600 navios para cerca de 100, em que destes, apenas 10 % estavam totalmente operacionais. O *Kursk* era também um submarino que estava constantemente com missão atribuída. Conjugando a sobrecarga dos navios operacionais, com a baixa manutenção, leva a um treino insuficiente, principalmente no que toca a procedimentos de emergência e operações de resgate.<sup>179</sup>

As operações de resgate tiveram início no dia 12 de agosto, dia do acidente, por volta das 23:30 a frota do norte russa envia o alarme e as autoridades russas começam a mobilizar. No dia 13, após localizada a posição do submarino, o veículo de resgate russo, o *Priz*, efetua uma tentativa de acoplar com a escotilha do submarino, mas não conseguiu, devido ao estado do mar e à forte corrente que se fazia sentir. Entretanto, dia 14, é formalmente oferecido apoio por parte dos governos Britânico e Norueguês, o qual inicialmente foi rejeitado, sendo posteriormente aceite dia 16. As entidades britânicas, tinham já desde o dia 14, delineado um planeamento que consistia, em conjunto com a

---

<sup>176</sup> *Ibidem*, p. 157–158.

<sup>177</sup> *Ibidem*, p. 162.

<sup>178</sup> *Ibidem*, p. 158.

<sup>179</sup> *Ibidem*, p. 159.



Força Aérea Inglesa, desembarcar os meios de salvamento na base russa em Murmansk, o planeamento foi recusado pelas autoridades russas, atrasando o processo e obrigando a efetuar o desembarque na Noruega. Dia 17, as operações de resgate continuam apenas com os meios de salvamento russos no local, enquanto os meios britânicos, incluindo o LR5, encontravam-se a bordo do navio norueguês *Normand Pioneer* em direção ao local do acidente. O navio norueguês posicionou-se a 14 milhas náuticas da posição do *Kursk*, aguardando autorização para aproximar. Os comandantes das três forças, reúnem-se a bordo do navio britânico, o *Seaway Eagle*, onde por sua vez o Almirante russo Verich recusa o uso do LR5. No mesmo dia, o Almirante russo Burtsev contradiz a ordem anterior e concede autorização para iniciar as operações de resgate. Com início no dia 20, os mergulhadores noruegueses inspecionam o submarino e antes do LR5 ser empregue, os mergulhadores dão a confirmação de que todos os compartimentos estão alagados e que não existem sobreviventes.<sup>180</sup>

Diversas razões foram apresentadas pelas quais as autoridades russas demoraram tanto tempo a aceitar o apoio internacional. Como referido anteriormente, a Rússia afirmava ter todos os meios necessários para realizar o salvamento dos sobreviventes, contudo, é do conhecimento geral que esta nação não está habituada a tornar públicos os acidentes ocorridos internamente. Uma possível explicação, passa pelo interesse de conservar segredos militares, visto que, a bordo do *Kursk* estavam misseis com guiamento (SSN-19), com características balísticas nunca antes observadas pelos países ocidentais e que teriam elevado interesse militar. Para alimentar esta suposição, para efetuar a remoção dos corpos, a Rússia contratou uma empresa norueguesa para efetuar a operação, no entanto, por indicações superiores, a empresa teve de treinar mergulhadores russos, pois apenas estes tinham autorização para entrar no submarino.<sup>181</sup>

---

<sup>180</sup> *Ibidem*, p. 23.

<sup>181</sup> *Ibidem*, p. 6–8.

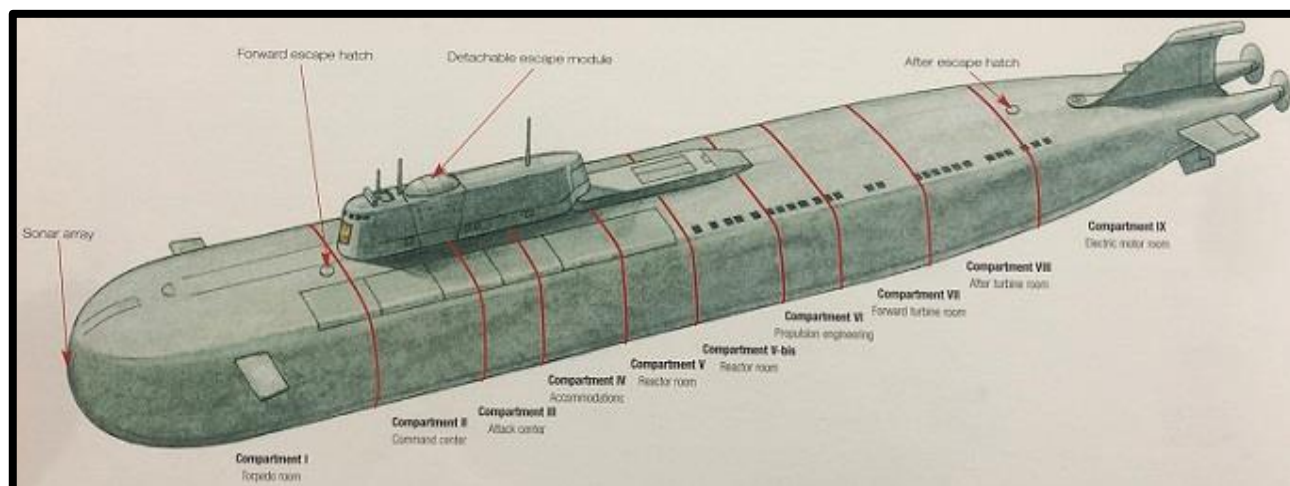


Figura 28- Compartimentos do K-141 Kursk

Fonte- Spencer Dunmore, Robert Ballard e David Perkins, *Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found*, Singapura, Perseus Press, 2002, p. 156.

### **3.5.2 International Submarine Escape and Rescue Liaison Office (ISMERLO)**

“A *International Submarine Escape and Rescue Liaison Office* (ISMERLO) é uma organização que visa facilitar uma resposta internacional para um submarino em dificuldades (DISSUB) e melhorar a capacidade de responder a um pedido de assistência através da sua função de coordenação. Embora estabelecido pela NATO, a ISMERLO apoia todas as nações, procurando o envolvimento de todas as nações que operam submarinos no mundo. A ISMERLO é uma organização militar que opera num ambiente internacional com o objetivo humanitário de salvar vidas no mar.” - site oficial da ISMERLO <sup>182</sup>

Esta organização, providencia, através do seu website, [www.ismerlo.org](http://www.ismerlo.org) ou em redundância [www.subrescue.org](http://www.subrescue.org), uma forma expedita de ser dado o alerta para a existência de um submarino acidentado. <sup>183</sup>

A AA (*Alerting Authority*), é a responsável por dar o alerta que inicia a operação de busca. O alerta é efetuado por qualquer pessoa que tenha acesso ao site, indicando de imediato, se possível, a posição do submarino. O site é utilizado apenas para fins oficiais,

<sup>182</sup> ISMERLO, <https://newismerlo.org/>, 2020, acedido em dezembro de 2020.

<sup>183</sup> NATO, ATP-57 -*The Submarine Search and Rescue Manual*, p. 3–3.

com o objetivo de providenciar coordenação para a busca e salvamento, nunca substituindo a cadeia de comando e controlo operacional.<sup>184</sup>

Após o alerta, no site do ISMERLO é estabelecido um fórum, através do qual todos os participantes podem comunicar, no qual são apresentadas as disponibilidades e limitações de cada país, por forma a contribuir para a operação de salvamento.<sup>185</sup>

Ao ser dado o alerta, é enviado automaticamente um SMS e um email para todos os especialistas mundiais de SMER (*Submarine Escape and Rescue*) registados no site.<sup>186</sup>

O site do ISMERLO fornece também informações relativas às operações SMER (*Submarine Escape and Rescue*), tais como: bases de dados de lições aprendidas, informações sobre exercícios nacionais e internacionais realizados, dados relativos às capacidades SMER de diversos países, o estado/prontidão atualizado dos principais meios de salvamento, dados estruturais dos diversos submarinos, combinações Porto-Aeroporto para a projeção dos sistemas de salvamento via área, localização dos navios aptos e certificados para operarem como *Mother Ship* (MOSHIP) e publicações relacionadas com o SMER.<sup>187</sup>

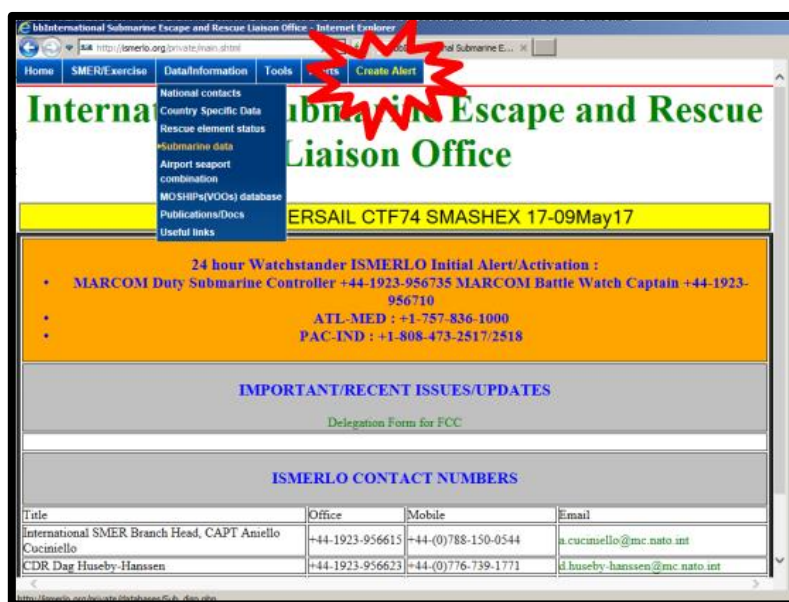


Figura 29- Website oficial da ISMERLO

Fonte- cedido pelo Capitão-tenente Taveira Pinto na Escola Naval em 2020.

<sup>184</sup> *Ibidem*, p. 3-7.

<sup>185</sup> F. Pinto, *A Busca e Salvamento de Submarinos em Portugal: Desafios e Constrangimentos*, p. 10.

<sup>186</sup> ESQUADRILHA SUBSUPERFÍCIE, IONAV 200 - *Busca e Salvamento de Submarinos*, p. 2-5.

<sup>187</sup> *Ibidem*, p. 2-5.



### 3.5.3 Sobrevivência num submarino acidentado

No caso de ocorrer uma entrada descontrolada de água num submarino que cause a perda da capacidade de flutuação neutra, o submarino irá afundar. Se no local do acidente a profundidade exceder o limite estrutural do casco resistente, a pressão irá fazer o submarino implodir, sendo a possibilidade de salvamento praticamente impossível. Contudo, se a profundidade for inferior, esta que varia de submarino para submarino (por norma a profundidade de implosão é o dobro da profundidade de operação), poderá ser possível a sobrevivência da guarnição, assim como o seu salvamento, quer por meios de escape ou resgate.

Podemos encontrar quatro cenários diferentes num acidente submarino, sendo que esse cenário irá afetar o tempo de sobrevivência da guarnição e também os métodos de salvamento.<sup>188</sup>

- A. **Ambiente seco e despressurizado:** cenário preferencial para efetuar o salvamento. No caso do submarino não ser localizado, o escape por parte da guarnição pode ser necessário.
- B. **Ambiente seco e pressurizado:** Neste cenário o maior problema é decidir realizar o escape do submarino ou não. Em geral, se a pressão aumentar, a probabilidade da ocorrência de uma descompressão repentina durante o escape, é alta.
- C. **Alagamento e despressurizado:** A temperatura no interior do submarino vai diminuir rapidamente, hipotermia será um problema.
- D. **Alagamento e pressurizado:** Aplica-se o mesmo que foi referido no segundo ponto, acrescentando a possibilidade de ocorrência de hipotermia.

Quando ocorre um acidente com um submarino, a guarnição está exposta a diversos fatores que podem condicionar o seu tempo de sobrevivência. Sendo os principais fatores: alagamento incontrolável, aumento pressão, atmosfera tóxica, temperatura e a perda de mantimentos vitais à sobrevivência.

- A. **Pressão e atmosfera:** O aumento da pressão no interior do submarino provoca a probabilidade de ocorrência de doenças de descompressão. A exposição prolongada a pressões maiores que 1.7 bar, faz com que deixe de ser possível a

---

<sup>188</sup> NATO, ATP-57 -*The Submarine Search and Rescue Manual*, p. 2-2.



guarnição realizar o escape. Sem a capacidade de *Transfer Under Pressure* (TUP), a guarnição pode ser gravemente afetada. Importa controlar a toxicidade da atmosfera no interior do submarino, caso seja necessário o uso dos sistemas de *Emergency Air Breathing* (EAB), o tempo de sobrevivência estará limitado aos sistemas existentes a bordo. O controlo dos níveis de dióxido de carbono e oxigénio são críticos para maximizar a sobrevivência a bordo de um submarino acidentado, o repouso diminui o consumo de oxigénio, contudo, pode aumentar o risco de hipotermia. Outros gases potencialmente perigosos podem existir, nomeadamente, Cloro (Cl) proveniente das baterias em contacto com água salgada, Monóxido de Carbono (CO) e Óxidos de Nitrogénio (NOx) causados pela combustão.<sup>189</sup>

**B. Hipotermia e Hipertermia:** Hipotermia ocorre quando a temperatura do corpo baixa e este não tem capacidade de a aumentar, o que influencia diretamente a parte psicológica da vítima. A temperatura da água no fundo dos oceanos ou zonas de climas frios, é muitas vezes inferior a 5 graus Celsius, estas temperaturas podem influenciar bastante a sobrevivência da guarnição, dependendo das características das estruturas do submarino e do número de pessoas no interior. A Hipertermia ocorre quando a temperatura corporal está acima do normal. Pode ser causado por stress elevado, por se encontrarem num espaço de máquinas com elevada temperatura, em zonas de clima quente após o escape, entre outras. É previsível que o submarino gradualmente vá chegando a um equilíbrio de temperatura com a água circundante. De modo a prevenir a hipotermia, os elementos no interior devem tentar permanecer secos e vestir roupa extra (envergar o fato de escape poderá ser uma boa opção).<sup>190</sup>

**C. Aspetos Psicológicos:** Como em qualquer outro tipo de desastre, os danos psicológicos devem ser considerados. É necessário um acompanhamento cuidado após o acidente. Casos de stress pós-traumático são frequentes. Durante o acidente a ocorrência de reações psíquicas agudas são prováveis, assim como a proibição da nicotina poderá ser um problema.<sup>191</sup>

---

<sup>189</sup> *Ibidem*, p. 6-15.

<sup>190</sup> *Ibidem*, p. 6-16.

<sup>191</sup> *Ibidem*, p. 6-16.

**D. Hidratação e nutrição:** Em testes efetuados, a guarnição de um submarino efetuou procedimentos de escape e resgate após sete dias com uma ração diária de meio litro de água e 400 calorias. Contudo, estudos efetuados afirmam que cada elemento requiere no mínimo um litro de água e cerca de 1000 a 1200 calorias por dia. A desidratação ocorre primeiro que a fome severa, no entanto, se existirem casos de hipotermia esses elementos irão necessitar de mais alimentos e no caso da hipertermia, de mais água. A capacidade de *POD Posting*, que consiste no fornecimento de aprovisionamentos de emergência a um submarino acidentado, fornece alimentos ricos em gordura e baixos em carboidratos que reduzem a produção de dióxido de carbono. Se os sobreviventes decidirem avançar para o escape, pelo menos 1000 calorias devem ser ingeridas antes da realização da fuga.<sup>192</sup>

**E. Higiene:** O tratamento dos dejetos e lixo criados a bordo é essencial, para a prevenção de doenças, tais como a gastroenterite. Um surto deste tipo irá afetar a sobrevivência de todos os elementos.<sup>193</sup>

As doenças que ocorrem com mais frequência são:<sup>194</sup>

**A. Doença da descompressão:** ocorre quando existe excesso de nitrogénio e oxigénio nos tecidos do corpo humano, provocando bolhas, estas que, com a descida repentina da pressão vão expandir e provocar problemas de circulação e respiração.

**B. Barotraumatismo:** o mais frequente nos acidentes submarinos é o barotraumatismo pulmonar, que ocorre quando a pressão intrapulmonar aumenta e causa danos ao nível dos alvéolos pulmonares ou em outra parte dos pulmões.

**C. Hiperóxia:** está normalmente associada aos aparelhos de respiração. Ao respirar oxigénio a elevadas pressões, este entra no sistema sanguíneo de uma forma em que o organismo não tem capacidade de o processar, o que por sua vez irá fazer acumular dióxido de carbono nos tecidos, levando à ocorrência de convulsões.

**D. Hipoxia:** défice de oxigénio na atmosfera do submarino acidentado, decorrente da normal respiração. 21% é a percentagem normal de oxigénio para uma atmosfera

---

<sup>192</sup> *Ibidem*, p. 6-16.

<sup>193</sup> *Ibidem*, p. 6-17.

<sup>194</sup> Miles, Lambert e Rawlins, «*Underwater Emergencies In The Royal Navy*», p. 30-31.

respirável, aos 15% aumenta a ventilação pulmonar, e aos 13% ou inferior pode mesmo ser fatal.

E. **Intoxicação por Dióxido de Carbono:** cada vez que inspiramos entra 0.04 % de CO<sub>2</sub> enquanto ao expirar sai 4.1 %, isto faz com que a atmosfera dentro de um submarino possa ficar com uma percentagem demasiado elevada de CO<sub>2</sub>.

De modo a aumentar o tempo de sobrevivência, os submarinos estão equipados com suplementos de sobrevivência, denominados *Emergency Life Support Stores* (ELSS), estes suplementos permitem o aumento do tempo de sobrevivência no interior do submarino, enquanto se aguarda pelo resgate. Contém, por exemplo, absorvente de dióxido de carbono, garrafas de oxigénio e kits de primeiros socorros para situações de emergência.<sup>195</sup> E que podem ser repostos a partir da capacidade de POD *Posting*, já anteriormente abordada.

#### **3.5.4 Roteamento dos submarinos e fases de uma operação de *Submarine Escape and Rescue* (SMER)**

Atualmente, o movimento dos submarinos é monitorizado, sendo todas as movimentações coordenadas e autorizadas, quer seja em tempo de paz ou em tempo de guerra, quer a nível NATO, quer a nível nacional.

Em exercícios, trabalha-se com métodos tais como a separação por áreas, grelhas ou profundidades. A nível nacional, o ZONEX define a área de exercícios com submarinos NATO sob a responsabilidade nacional (*Portuguese Permanent Submarine Exercise Areas*) na qual o submarino poderá navegar e se deverá manter, quer em imersão quer à superfície.<sup>196</sup>

A nível NATO o método que se utiliza para desconflitar submarinos em trânsito denomina-se MOVING HAVEN, no qual são definidos limites à rota prevista do submarino.

A mensagem SUBNOTE é a mensagem onde vem definido o MOVING HAVEN, que por norma é uma área de 20 milhas náuticas para a frente, 30 milhas náuticas para

---

<sup>195</sup> NATO, ATP-57 - *The Submarine Search and Rescue Manual*, p. 3-4.

<sup>196</sup> ESQUADRILHA SUBSUPERFÍCIE, IONAV 200 - *Busca e Salvamento de Submarinos*, p. 1-3.



trás e 5 milhas náuticas para cada lado da posição do submarino, o correspondente a uma área de 50 x 10 milhas náuticas.<sup>197</sup>

Como medida de segurança e controlo, os submarinos enviam periodicamente diversas mensagens de segurança. Sendo que, a falta do envio das mesmas pode indicar a possibilidade de um incidente envolvendo os submarinos.<sup>198</sup>

Contudo, não só a falta do envio destas mensagens são indicadoras de possibilidade de ocorrência de um acidente submarino, outros indicadores poderão ser: colisão de um navio de superfície com um objeto não identificado na área de operações de um submarino; sobreviventes avistados à superfície; avistamento de destroços; restos de combustível; bolhas de ar à superfície; avistamento de fachos vermelhos ou de qualquer outra cor; recebimento de alertas quer por boias de emergência ou comunicações submarinas; em caso de o submarino não vir à superfície durante um exercício quando ordenado para tal, entre outras.<sup>199</sup>

Após ser recebido a informação da ocorrência de qualquer um dos acontecimentos descritos no parágrafo anterior, a Autoridade Nacional (*National Authority* (NA)), entidade que detém a soberania sobre o submarino irá nomear a *Submarine Search and Rescue Authority* (SSRA), informar as restantes Marinhas pertencentes à NATO, planear e conduzir as operações de busca e salvamento, atribuindo meios para iniciar procedimentos de busca e salvamento, providenciando todo o apoio nacional e internacional. A nível nacional a Autoridade Nacional é o Comando Naval.<sup>200</sup>

A Autoridade de Alerta (*Alerting Authority* (AA)), é a autoridade que detém o controlo operacional do submarino, é a responsável pelo alerta geral e pelo alerta a nível internacional, através do site do *International Submarine Escape and Rescue Liaison Office* (ISMERLO). A nível nacional a Autoridade de Alerta é delegada pelo Comando Naval no Comandante da Esquadrilha de Subsuperfície.<sup>201</sup>

Imediatamente a seguir a ser dado o alerta, inicia-se as operações de busca e salvamento de acordo com os procedimentos previstos nas publicações de referência para a Busca e Salvamento, que são: o *International Aeronautical and Maritime SAR* (IAMSAR) e o NATO ATP-10 – *Search and Rescue*. Deste modo, inicia-se as buscas

---

<sup>197</sup> NATO, ATP-57 - *The Submarine Search and Rescue Manual*, p. 3–5.

<sup>198</sup> *Ibidem*, p. 3–5.

<sup>199</sup> *Ibidem*, p. 3–14.

<sup>200</sup> ESQUADRILHA SUBSUPERFÍCIE, IONAV 200 - *Busca e Salvamento de Submarinos*, p. 2-1.

<sup>201</sup> *Ibidem*, p. 2-1.

numa lógica de zona mais provável, ou numa posição recebida através dos sistemas de emergência pertencentes ao GMDSS (*Global Maritime Distress and Safety System*), conforme abordado no subcapítulo 2.1.1. Para emprego dos meios SAR (*Search and Rescue*), incide-se as buscas no MOVING HAVEN ou na área de exercícios atribuída, procurando por vestígios do acidente.<sup>202</sup>

O Comando Naval, em coordenação com o MRCC (*Maritime Rescue Coordination Center*), coordenaria as buscas ativando os meios disponíveis, quer meios aéreos, quer os meios navais atribuídos ao sistema de SAR (*Search and Rescue*) nacional, assim como, navios equipados com telefone submarino (classe *Vasco da Gama* e classe *Bartolomeu Dias*) para comunicação com o submarino acidentado e equipamento de sondagem para identificação do submarino no fundo (classe *D. Carlos I* e classe *Andrómeda*).<sup>203</sup>

Resumindo e tal como está vertido a nível internacional no ATP 57 - *Submarine Search and Rescue* e a nível nacional no IONAV 200 – *Busca e Salvamento de Submarinos*, uma operação *Submarine Escape and Rescue* (SMER) está dividida em quatro fases: **Busca e localização, Intervenção, Salvamento e Escape.**

Antes do início da fase de busca e localização, é feito o procedimento COMCHEK, mensagem elaborada quando a segurança do submarino está em dúvida, que é difundida por todos os métodos possíveis, por forma a estabelecer contacto urgente com o submarino.<sup>204</sup>

A primeira fase, de **busca e localização** é feita através do procedimento (SUBLOOK/SUBMISS/SUBSUNK), que é iniciada quando o COMCHECK é negativo (não foram estabelecidas comunicações com o submarino) e quando tenha passado uma hora do Alerta/e ou COMCHEK.<sup>205</sup>

1. **SUBLOOK:** fase caracterizada pelo processo de averiguação do estado do submarino quando as comunicações/mensagens estão em atraso ou a segurança do submarino está em dúvida. As operações de busca e salvamento iniciam-se com todos os meios aéreos e marítimos disponíveis, com foco no MOVING

---

<sup>202</sup> F. Pinto, *A Busca e Salvamento de Submarinos em Portugal: Desafios e Constrangimentos*, p. 10.

<sup>203</sup> *Ibidem*, p. 21.

<sup>204</sup> ESQUADRIHA SUBSUPERFÍCIE, IONAV 200 - *Busca e Salvamento de Submarinos*, p. 6-3.

<sup>205</sup> *Ibidem*, p. 6-3.

HEAVEN ou na área de exercícios que o submarino estava a operar. Procura-se averiguar se existem comunicações efetuadas pelo submarino que estejam em atraso. Envia-se um sinal ao submarino acidentado informando que foram iniciadas operações de busca e salvamento por sua causa. Determina-se o tempo de sobrevivência estimado tendo em conta o último contacto, pessoas a bordo, e tempo até ao primeiro salvamento. Considerar a possibilidade/necessidade de um alerta no site do ISMERLO. Esta fase tem por norma uma duração de 5 horas (2 horas para submarinos com apenas um compartimento), caso não se obtenha mais informações acerca do estado do submarino, avança-se para a próxima fase.<sup>206</sup>

2. **SUBMISS:** fase que é iniciada quando as buscas iniciais efetuadas na fase anterior (SUBLOOK) falharam a confirmação do estado de segurança do submarino, ou quando uma das mensagens de segurança estiver já 6 horas em atraso (3 horas para submarinos de apenas um compartimento). Chegando a esta fase, as circunstâncias indicam a necessidade de uma busca em larga escala pelo submarino. Nesta fase o alerta no site da ISMERLO já deverá ter sido feito, iniciando-se os preparativos para as operações de resgate submarino, devendo ser considerado o início da mobilização dos meios de salvamento, de modo a diminuir o tempo até ao primeiro salvamento.<sup>207</sup>
3. **SUBSUNK:** fase que é iniciada quando existem indicações significativas de que o submarino afundou. Como por exemplo, uma comunicação direta com o submarino acidentado ou a receção de uma mensagem da EPIRB (*Emergency Position Indicating Radio Beacon*). Inicia-se imediatamente uma operação de busca e salvamento em larga escala, se não tiver sido já iniciada na fase anterior.<sup>208</sup>

A segunda fase, fase da **intervenção**, tem como objetivo preparar as operações de resgate e aumentar a capacidade de sobrevivência a bordo. Nesta fase, é realizada uma inspeção ao submarino acidentado, avaliando o estado do casco e a posição exata em termos de banda e caimento. Tenta-se estabelecer comunicações com o submarino, efetua-se a remoção de detritos e preparação da escotilha para acoplamento dos veículos de resgate ou câmaras de resgate, efetua-se um reconhecimento das condições ambientais

---

<sup>206</sup> NATO, ATP-57 -*The Submarine Search and Rescue Manual*, p. 3–15.

<sup>207</sup> *Ibidem*, p. 3-16.

<sup>208</sup> *Ibidem*, p. 3-16.

no local (visibilidade, corrente, etc) e envia-se para o interior suplementos de emergência (medicamentos, alimentação, água, absorventes de dióxido de carbono, etc). Por norma, para este tipo de operações são utilizados os ROV's (*Remote Operated Vehicle*) ou equipas de mergulhadores.<sup>209</sup>

Por fim, as últimas duas fases, fase de **salvamento** e fase de **escape**, foram abordadas anteriormente no capítulo 2.

### 3.6 ARA *San Juan*

A 15 de novembro de 2017, com 44 militares a bordo, o ARA *San Juan*, submarino militar argentino, é oficialmente dado como desaparecido. A operação de busca e salvamento deste acidente viria a ser a maior e mais complexa operação de busca e salvamento de sempre.

O submarino largou no dia 11 de novembro de Ushuaia, no extremo sul da Argentina, rumo à sua base habitual situada no *Mar del Plata*, entrando em contacto pela última vez para relatar

“uma entrada de água pelo sistema de ventilação, que gerou um curto-circuito e um princípio de incêndio na casa das baterias, mas que tinha sido controlado pela guarnição.” - Marinha Argentina.

No dia 15, por volta das 13:51, foi identificado um evento semelhante a uma implosão numa estação situada numa pequena ilha no meio do oceano Atlântico, estação pertencente ao Centro de Monitorização Internacional de Explosões Nucleares (CTBTO). O evento terá ocorrido três horas depois da última comunicação efetuada pelo submarino, o que levou a que diversas teorias em relação ao sucedido a bordo do submarino fossem postas em cima da mesa. Como por exemplo, uma eventual explosão por acumulação do hidrogénio que é produzido pelas baterias e que se não for expelido torna-se potencialmente explosivo.<sup>210</sup>

---

<sup>209</sup> ESQUADRILHA SUBSUPERFÍCIE, IONAV 200 - *Busca e Salvamento de Submarinos*, p. 6-8-6-9.

<sup>210</sup> CTBTO, *Media Advisory-CTBTO hydroacoustic data to aid in search for missing sub San Juan*, <https://www.ctbto.org/press-centre/media-advisories/2017/media-advisory-ctbto-hydroacoustic-data-to-aid-in-search-for-missing-sub-san-juan/>, 2017, acedido em janeiro de 2021.



A partir da posição do evento detetado foi definida a área de busca, numa operação que durou cerca de 15 dias, contando com a ajuda de 19 países, uma área de busca de 482 mil quilómetros quadrados e uma profundidade provável com um intervalo de 500 a 6000 metros de profundidade. Foram empregues 37 meios, incluindo 28 navios de superfície, aviões, helicópteros e sistemas de resgate submarino. Dos quais se destacam, o *Submarine Rescue Diving Recompression System* (SRDRS), o sistema de salvamento submarino dos Estados Unidos que foi já anteriormente abordado, as aeronaves P-3 da NASA e o P-8 *Poseidon* uma aeronave de alta tecnologia projetada para guerra antissubmarina (ASW).<sup>211</sup>



Figura 30- Área de busca do acidente do ARA San Juan

Fonte- Reuters, Marinha Argentina, INTI & Clarin, <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2018/11/17/submarino-argentino-desaparecido-ha-um-ano-e-encontrado-diz-jornal.ghtml>, acedido em fevereiro de 2021.

<sup>211</sup> MINISTERIO DA DEFESA ARGENTINO, *El Ministerio de Defensa confirma el hallazgo del submarino ARA San Juan a 907 metros de profundidad y a 500 kilómetros de la costa de Comodoro Rivadavia*, <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-ministerio-de-defensa-confirma-el-hallazgo-del-submarino-ara-san-juan-907-metros-de>, 2018, acedido em janeiro de 2021.

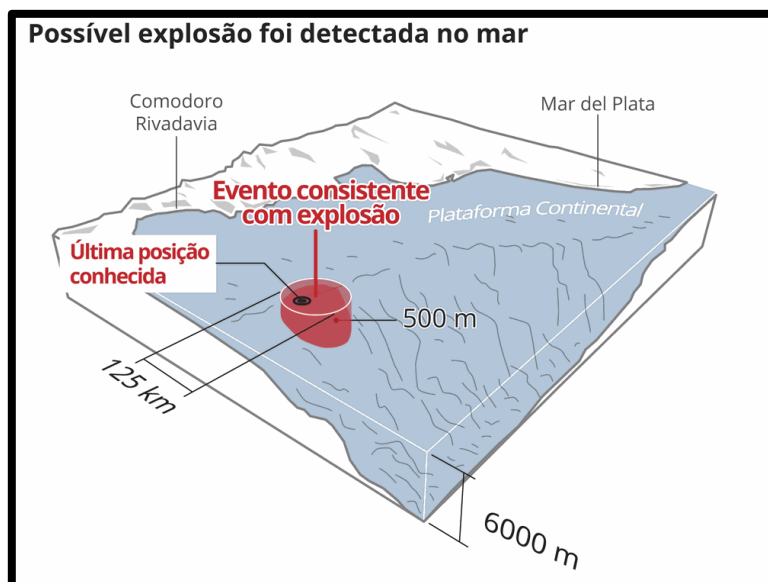


Figura 31- Local explosão e possível profundidade do acidente do ARA San Juan

Fonte- Reuters, Marinha Argentina, INTI & Clarin, <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2018/11/17/submarino-argentino-desaparecido-ha-um-ano-e-encontrado-diz-jornal.ghtml>, acedido em fevereiro de 2021.

Passado um ano do desaparecimento do submarino argentino, a 16 de novembro de 2018, o mesmo é descoberto a 907 metros de profundidade, a cerca de 250 milhas náuticas de costa. Foi descoberto com recurso a veículos submarinos operados remotamente com capacidade de chegar a altas profundidades, pertencentes a uma empresa americana, a *Ocean Infinity*, após observação do submarino, conclui-se que o submarino implodiu poucas horas após a última mensagem enviada, ao chegar à profundidade limite de resistência do casco, que para o ARA *San Juan* eram cerca de 600 metros.<sup>212</sup>

O submarino estava bastante próximo do local onde foi registada a explosão, a Marinha Argentina em declarações afirmou que todos os meios procuraram naquele local, contudo, a falta de tecnologia impediu a deteção do submarino. Diversos foram os fatores que levaram ao insucesso na busca do ARA *San Juan*, tais como a profundidade ser elevada o que reduz a visibilidade com o aumento da turbulência e da salinidade, as condições de mar adversas que se fizeram sentir nos primeiros dias de busca e que

<sup>212</sup> *Ibidem*.



atrasaram os meios de superfície e por fim, o facto da área de busca se localizar no limite da plataforma continental, o que faz variar a profundidade bruscamente.<sup>213</sup>

---

<sup>213</sup> *Ibidem.*

## **4. USS *Squalus***

### **4.1 *MacCann Rescue Chamber***

Como foi referido anteriormente, na sequência de três acidentes nos anos 20 envolvendo submarinos americanos, a decisão de avançar com alternativas ao resgate submarino foi tomada. Por iniciativa de um oficial submarinista e criador do *Momsen Lung*, Charles Momsen, ele que inicialmente concebeu e desenhou esta câmara de resgate enquanto estava no comando do submarino USS *S-1*, em 1926. Em 1928, Momsen realizou diversos testes utilizando a *MacCann Rescue Chamber* a bordo do USS *S-4*, que foi requalificado com o propósito de servir para testes e treinos com meios de salvamento submarinos. Os testes e o treino realizados, viriam a mostrar-se úteis no acidente no USS *Squalus* em 1939. Em 1929 passou o projeto para as mãos do Capitão-tenente Allan MacCann, para se dedicar exclusivamente ao *Momsen Lung*. MacCann, fez alterações imprescindíveis para o bom funcionamento da câmara de resgate, e por essa razão lhe dá o nome, *MacCann Rescue Chamber*.<sup>214</sup>

Concluída oficialmente em 1930, feita em aço, pesava 10 toneladas, tinha três metros de altura e dois metros de diâmetro. Dividida interiormente em dois compartimentos, superior e inferior, possuía dois tanques de lastro no compartimento inferior que permitiam descer e subir ao longo da coluna de água onde era guiada através de um cabo de aço com cerca de 120 metros de comprimento.<sup>215</sup>

O modo de operação da *MacCann Rescue Chamber* será descrito no próximo subcapítulo.

---

<sup>214</sup> UNITED STATES NAVY, «*Submarine Rescue- From Early Devices To Deep Sea Rescue*», p. 10.

<sup>215</sup> S. Dunmore, R. Ballard e D. Perkins, *Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found*, p. 81.

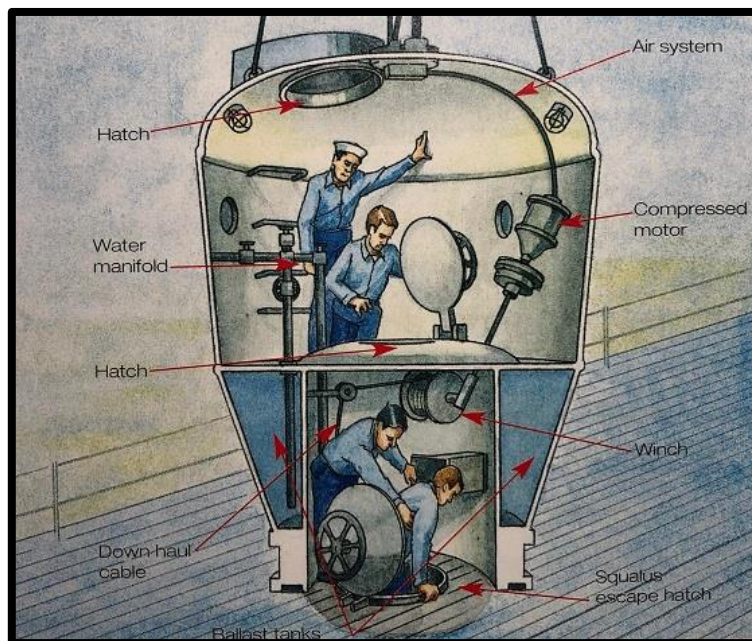


Figura 32- MacCann Rescue Chamber em 1939

Fonte- Spencer Dunmore, Robert Ballard e David Perkins, *Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found*, Singapura, Perseus Press, 2002, p. 81.

## 4.2 Operações de Resgate

O acidente ocorre a uma terça-feira, dia 23 de maio de 1939, neste dia, o mais recente submarino da esquadra o USS *Squalus* iria realizar uma série de provas de mar e atracar novamente. O Almirante Cole, comandante do estaleiro de Portsmouth, no estado de New Hampshire, inclusive, prometeu uma visita a bordo do USS *Squalus*.<sup>216</sup>

A guarnição representava 28 estados dos 50 que compõem os Estados Unidos da América, composta por 56 militares e três técnicos civis. Um dos membros da guarnição tinha descendência portuguesa, Lenny de Medeiros, um torpedeiro. Todos eram voluntários e uma das principais razões para tal era o dinheiro, por receberem subsídio de submarinista, para além disso, havia menos protocolos, mais intimidade e camaradagem entre todos e um sentimento mútuo de pertencer a algo especial. Para muitas pessoas um submarino pode parecer tremendamente pequeno e um sítio claustrofóbico, mas para muitos dos membros desta guarnição, o *Squalus* era muito maior do que os submarinos em que tinham prestado serviço anteriormente.<sup>217</sup>

<sup>216</sup> P. Maas, *The Terrible Hours- The man behind the greatest submarine rescue in history*, p. 2–3.

<sup>217</sup> *Ibidem*, p. 6–8.

Oliver F. Naquin, nasceu em 1904, natural de Louisiana, formou-se em 1925 em Annapolis, era portanto, em 1939, com 35 anos, o comandante do USS *Squalus*. Para um oficial como Naquin, a carreira nos submarinos oferecia-lhe rapidamente o cargo de comandante e até agora, tudo estava a correr como planeado. A guarnição mostrava-se motivada, entusiasmada e operacional acima de tudo, raramente sendo preciso Naquin levantar a voz.<sup>218</sup>

O *Squalus* era naquela altura, o mais recente submarino da esquadra, com 90 metros de comprimento, 1450 toneladas de deslocamento, propulsão diesel-elétrica, com capacidade para atingir 20 nós à superfície e 9 nós em imersão.<sup>219</sup>

A primeira vez que o USS *Squalus* tinha estado em imersão foi um mês antes do acidente, tendo revelado problemas ao nível da válvula de admissão que falhou quando se tentou a sua abertura. Foi retirada por completo e substituída por uma nova. Um dos rolamentos do motor demonstrou alguns problemas, mas nada de muito grave, por fim, houve uma falha elétrica num dos tubos lança torpedos.<sup>220</sup>

O local escolhido por Naquin para submergir foi a 13 milhas náuticas a sudeste das Ilhas de Shoals. Sendo este um treino de imersão em emergência, o objetivo era chegar aos 15 metros em 60 segundos. É enviada a última mensagem, indicando a posição de imersão, contudo, o telegrafista a bordo do *Squalus*, enviou uma posição incorreta, indicando 36 minutos Oeste no valor da longitude, quando o valor correto seria 31.<sup>221</sup>

Com a imersão a decorrer naturalmente sem qualquer constrangimento até aos 15 metros, é enviada uma mensagem vinda da casa das máquinas, “Inundação na casa das máquinas a ré!” levando o submarino para o fundo, onde ficou na escuridão a 74 metros de profundidade.<sup>222</sup>

“Senti um tremendo aumento de pressão e.. fui atingido nas costas com uma enorme quantidade de água que entrou pelo sistema de ventilação diretamente contra mim, empurrando-me a cabeça e os ombros para

---

<sup>218</sup> *Ibidem*, p. 10–11.

<sup>219</sup> S. Dunmore, R. Ballard e D. Perkins, *Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found*, p. 74.

<sup>220</sup> P. Maas, *The Terrible Hours- The man behind the greatest submarine rescue in history*, p. 169.

<sup>221</sup> S. Dunmore, R. Ballard e D. Perkins, *Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found*, p. 74.

<sup>222</sup> *Ibidem*, p. 77.

baixo.. a água transbordava pela porta.. as luzes de emergência apagaram-se”- Sobrevivente do acidente do *Squalus* e Arquiteto Naval Harol Preble <sup>223</sup>

Naquin, teve poucas dúvidas acerca das causas do alagamento, pois a válvula de admissão principal que fornecia ar à casa das máquinas, já tinha dado problemas anteriormente. Os compartimentos de ré foram fechados e não havia esperança para os homens que ficaram nos compartimentos alagados.<sup>224</sup>

O USS *Sculpin*, submarino da classe do *Squalus*, estava pronto a largar da base, sendo imediatamente destacado pelo Almirante Cole para iniciar as buscas pelo *Squalus*. O *Sculpin* chegou à área mais provável de localização do *Squalus* por volta das 13:00, cinco horas depois do acidente ter ocorrido, mas devido ao erro do telegrafista quando enviou a última posição, o *Sculpin* estava a procurar aproximadamente cinco milhas náuticas a leste da posição correta. Por sorte, um jovem Guarda-Marinha, Ned Denby, que se encontrava de vigia na ponte do *Sculpin*, avistou algo no horizonte, era de facto um facho de emergência que a guarnição do *Squalus* tinha disparado. De seguida foi avistada uma boia, contendo uma longa linha telefónica ligada, o que possibilitou estabelecer contacto entre os dois submarinos, mas apenas por alguns segundos, devido à passagem de uma onda que fez com que o *Sculpin* ficasse demasiado elevado partindo a linha telefónica.<sup>225</sup>

Contudo, a posição do *Squalus* já era conhecida e mais ajuda estava a caminho. O caça-minas USS *Falcon*, dirige-se para o local com a mais recente inovação na área do resgate submarino, a *MacCann Rescue Chamber*. Estava ainda em fase experimental e realizava aqui o seu primeiro teste real. Consequentemente, o inventor da câmara de resgate, o então Capitão-tenente Charles Momsen, dirige-se também para o local de modo a acompanhar as operações de resgate. 23 horas depois do acidente, o USS *Falcon* chega ao local. No submarino, a guarnição encontrava-se bem, dentro do possível.<sup>226</sup>

---

<sup>223</sup> *Ibidem*, p. 76.

<sup>224</sup> P. Maas, *The Terrible Hours- The man behind the greatest submarine rescue in history*, p. 30–31.

<sup>225</sup> S. Dunmore, R. Ballard e D. Perkins, *Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found*, p. 78.

<sup>226</sup> *Ibidem*, p.78.



Naquele momento, já havia membros da comunicação social em pequenas embarcações, aeronaves sobrevoavam o local, todos na expectativa do que iria acontecer.<sup>227</sup>

Se por alguma razão Momsen não conseguisse utilizar a câmara de resgate, não restava outra opção senão o uso do *Momsen Lung*, contudo, aquela profundidade, até o mais experiente mergulhador poderia sofrer lesões graves ao nível dos pulmões.<sup>228</sup>

O primeiro passo foi passar um cabo de aço desde o *Falcon* até à escotilha de escape do *Squalus*, onde a câmara de resgate iria acoplar. Com o auxílio dos mergulhadores este passo foi concretizado e a descida da câmara podia agora começar. Aos 45 metros a descida teve de ser interrompida, para corrigir um pequeno problema de ventilação, continuando, em poucos minutos a câmara estava em contacto com o submarino. Os dois operadores no interior da câmara, Walt Harmon e Jonh Mihalowski, ao estabelecer contacto com a escotilha de escape, começaram os procedimentos para retirar os homens do submarino. Em primeiro lugar, retirar a água da parte inferior através de ar comprimido, enquanto a pressão hidrostática ajudava a selar o contacto entre a câmara e o submarino, por fim, o último passo foi apertar quatro parafusos que iriam segurar a câmara durante o resgate.<sup>229</sup>

Harmon abriu a escotilha do submarino, ninguém respondeu, por alguns momentos ele ficou preocupado, mas depressa percebeu que faltava abrir a escotilha interior. Assim que abriu a segunda escotilha, as luzes vindas da câmara de resgate iluminaram as caras dos homens a bordo do *Squalus*, que agora tinham ganho esperança de sobreviver. Foram de imediato distribuídos mantimentos tais como sandes, sopa quente, cobertores, lanternas, absorvente de dióxido de carbono, contudo, faltava ainda fazer a viagem até à superfície, não uma, mas várias vezes, pois não havia capacidade para todos. Todo o cuidado era pouco, pois um erro na operação nos tanques de lastro da câmara e esta poderia ganhar demasiada flutuabilidade e embater violentamente contra o *Falcon*. Na primeira viagem, sete homens foram resgatados, numa viagem que durou 30 minutos, um por um foram saindo para o convés do USS *Falcon*.<sup>230</sup>

---

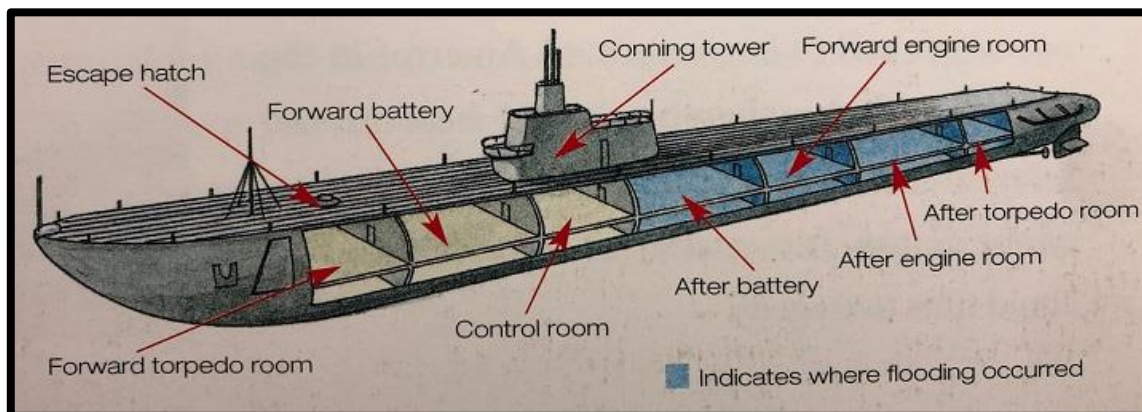
<sup>227</sup> *Ibidem*, p. 78.

<sup>228</sup> *Ibidem*, p. 79.

<sup>229</sup> P. Maas, *The Terrible Hours- The man behind the greatest submarine rescue in history*, p. 180–189.

<sup>230</sup> *Ibidem*, p. 189–192.

No total, a *MacCann Rescue Chamber* realizou quatro viagens ao submarino acidentado, sendo a segunda e a terceira com nove tripulantes e como seria de esperar, a última com sete tripulantes e o Comandante Naquin. As operações de resgate terminaram 39 horas após o acidente, no qual 33 homens foram salvos e 26 morreram durante a inundação inicial.<sup>231</sup>



*Figura 33- Compartimentos do USS Squalus*

*Fonte - Spencer Dunmore, Robert Ballard e David Perkins, Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found, Singapura, Perseus Press, 2002, p. 81.*

<sup>231</sup> S. Dunmore, R. Ballard e D. Perkins, *Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found*, p. 82–83.

## Conclusões

Tivemos como principal objetivo para a presente dissertação de mestrado, analisar acidentes envolvendo submarinos que ocorreram na história e como evoluíram os meios de salvamento inerentes. Para tal, recorreu-se a três obras, que agora, finda a investigação, se revelaram ser a base da dissertação, “*Sous-Marins et Torpilles*” de Maxime Laubeuf e Henri Stroh, “*Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found*” de Spencer Dunmore, Dr. Robert Ballard e David Perkins e por último “*The terrible Hours*” de Peter Maas, tal como referido na introdução. Para além disso, recorreu-se a diversos artigos científicos e a publicações militares.

Uma pequena conclusão retirada no início da investigação, é que França foi definitivamente pioneira no desenvolvimento de submarinos e submersíveis, ao criar o primeiro submarino com propulsão mecânica em 1863, o *Plonguer* e ao construir o primeiro submersível com duplo casco em 1900, o *Narval*.

Com a redação do segundo capítulo, chegamos à conclusão que antes do aparecimento dos aparelhos de respiração autónomos no início do século XX, não existia nenhum meio de salvamento submarino efetivamente comprovado como sendo eficiente. Foram abordados dois métodos que poderiam eventualmente ser utilizados, o tubo extensível e a embarcação de salvamento destacável, mas que não vingaram. O tubo extensível por apenas poder ser utilizado a baixas profundidades e devido à variação de pressão que se iria fazer sentir no interior do submarino, podendo causar uma descompressão repentina dos tripulantes do submarino. Outra razão para o tubo extensível não ter vingado foi o facto de no caso de existirem rombos no casco, ao estar a diminuir a pressão no interior, o caudal de água a entrar seria substancialmente maior. No caso embarcação de salvamento a bordo do *Plonguer*, para além do facto do processo de embarque ser demasiado demorado, a principal desvantagem era o facto de não poder ser utilizada em imersão, visto que a maior parte dos acidentes envolvendo submarinos ocorrem em imersão.

Apenas no início do século XX, os escafandros individuais provenientes do século passado, foram evoluindo, culminando no aparecimento do *Davis Submarine Escape Apparatus* e do *Momsen Lung*. Este género de aparelho de respiração, iria ao longo do século XX sofrer diversas transformações, evoluções e melhorias, por forma a originar o *Submarine Escape Immersion Equipment* (SEIE) utilizado atualmente.

Concluímos assim, que no início do século XX era dada primazia ao escape, contudo, a partir de 1939, ocorre uma clara mudança de paradigma, com o sucesso das operações de resgate no acidente do USS *Squalus*, utilizando a *MacCann Rescue Chamber* e tornando o resgate submarino uma possibilidade viável para o salvamento submarino. Inclusivamente, hoje em dia, considera-se o resgate a primeira opção para o salvamento submarino e apenas nos casos em que não seja possível, se recorre ao escape.

Em 1955 é construído o primeiro submarino nuclear, o USS *Nautilus*. Posteriormente, na década de 60, dois acidentes trágicos envolvendo submarinos nucleares norte-americanos ocorreram, o acidente do USS *Tresher* em 1963 e o acidente do USS *Scorpion* em 1968. Estes dois acontecimentos foram o despoletar de uma nova era de meios de resgate submarino, com o aparecimento do *Deep Submergence Rescue Vehicle* nos Estados Unidos e do LR5 *Submarine Rescue Vehicle* no Reino Unido.

O último ano do século XX foi marcante, em 2000, ocorre o acidente do submarino nuclear russo *Kursk*, que originou uma revolução a nível mundial no que toca à cooperação internacional para o salvamento submarino, culminando na criação do *International Submarine Escape and Rescue Liaison Office* (ISMERLO) em 2003. A partir desde acontecimento, novos métodos de monitorização de submarinos foram criados pela NATO, assim como, métodos expeditos para ser dado o alerta da ocorrência de um acidente envolvendo um submarino.

As nações com maiores capacidades monetárias, continuaram a progredir na área do salvamento submarino. Em 2008 é concluído o projeto do *Submarine Rescue Diving Recompression System* (SRDRS) e em 2009 o *NATO Submarine Rescue System* (NSRS).

Da análise do anexo H, mais concretamente da tabela 2, retiramos que desde 1939 até ao presente, ocorreram 211 acidentes resultantes de causas não sendo atos bélicos por parte de inimigos. A Alemanha é o país que regista a maior percentagem de mortalidade (excluindo os casos dos países que tem um ou dois acidentes em que grande parte ou toda a guarnição faleceu), contudo importa referir que os 23 acidentes ocorreram todos durante a Segunda Guerra Mundial, em que muitas das vezes não existia possibilidade de salvar a guarnição, quer por falta de meios, quer por opções táticas e estratégicas consequentes dos tempos que se viviam.

Desde 1939, ano em que o resgate submarino passou a ser possível, com a utilização efetiva da *MacCann Rescue Chamber*, os Estados Unidos da América registam

o maior número de acidentes, mais precisamente 77, no entanto, apresentam uma percentagem de mortalidade mais baixa comparativamente aos restantes países (cerca de 6%). O mesmo se aplica ao Reino Unido (cerca de 10%), o que nos leva a concluir que estas duas nações, que foram pioneiras no que toca a meios, técnicas e doutrina de salvamento submarino, desde 1939 que se encontram mais bem preparadas para um eventual acidente envolvendo um dos seus submarinos.

De entre as várias causas analisadas na tabela 3, a que registou o maior número foi a “colisão” contabilizando 84 acidentes, mas apenas com uma percentagem de mortalidade de cerca de 9%. Excluindo os acidentes por causas desconhecidas, em que todos os elementos da guarnição faleceram sem ser possível apurar as causas, o “alagamento” revelou-se a causa mais mortífera com uma percentagem de mortalidade de cerca de 40 % e os acidentes causados por “encalhe” a menos mortífera sendo que em 32 acidentes todos os elementos envolvidos sobreviveram.

Apesar de todos os avanços ao longo de mais de um século desde o aparecimento dos primeiros meios de salvamento, o acidente que ocorreu em 2017 com o submarino argentino ARA *San Juan*, demonstrou a complexidade e a dificuldade inerentes ao salvamento de um submarino. A redação deste subcapítulo, abre a porta para uma eventual investigação sobre o acidente do ARA *San Juan*, realizando um estudo mais aprofundado de quais as causas que levaram ao insucesso das buscas e de que forma se pode evoluir e retirar lições para um eventual acidente que venha a ocorrer. Importa referir que umas das causas apontadas para o insucesso da localização do ARA *San Juan* foi o facto da área de buscas se localizar no limite da plataforma continental, fazendo variar bruscamente a profundidade, características muito semelhantes às da costa portuguesa.

Com a análise das capacidades de salvamento submarino a nível nacional, concluímos que a classe *Tridente* está capacitada de meios de salvamento e procedimentos atuais, contudo, existem variáveis associadas a qualquer acidente submarino que são determinantes para o salvamento do mesmo, tais como a profundidade, que a nível nacional considera-se que a partir dos 610 metros, por norma, não existe resgate possível, assim como, a existência de condições de sobrevivência da guarnição, nomeadamente a nível de ar respirável, que no caso de não existir bateria a bordo da classe *Tridente* conta com um valor de cerca de 12 horas, tempo que não permite a chegada do *NATO Submarine Rescue System (NSRS)*, que tal como vimos, é superior a 72 horas.



Ao longo da realização da dissertação, uma das dificuldades sentidas foi a correlação e separação entre o passado e o presente, tendo em conta o tema da mesma. Mais concretamente, nos procedimentos que são efetuados atualmente em caso de um acidente com um submarino, pois estes estão devidamente explanados na publicação NATO ATP-57 *The Submarine Search and Rescue Manual*, contudo, esse não era o propósito principal da presente dissertação, mas sim a evolução que foi feita para se poder chegar aos procedimentos que dispomos atualmente.



## Bibliografia e Fontes

### Fontes

ARIANEGROUP, *RESUS- Rescue Systems for Submarines*, <https://www.space-propulsion.com/resus/>,  
acedido em maio de 2021.

«Atlantic Hides Fate of 34 sailors», *The Indianapolis Times*, vol. 37, n. 127, Indianapolis, 1925.

BOWEN, Hugh e ALLEN, Hale, *Study Feasibility of Undersea Salvage Simulation*, Relatório Técnico, Naval Training Device Center, Florida, 1971.

BURCHETT, Mike e ROBERT, Burchett, *Siebe Gorman and Hall- Rees-Davis Independent Breathing apparatus*, <https://www.divingheritage.com/hall-rees-davis.htm> , 2017, acessado em novembro de 2020.

CTBTO, *Media Advisory - CTBTO hydroacoustic data to aid in search for missing sub San Juan*, <https://www.ctbto.org/press-centre/media-advisories/2017/media-advisory-ctbto-hydroacoustic-data-to-aid-in-search-for-missing-sub-san-juan/> , 2017, acessado em de janeiro de 2021.

ECKENHOFF, Roderic, *Pressurized Submarine Rescue*, Technical Report, Naval Submarine Medical Research Laboratory, New London, 1984.

ESQUADRILHA SUBSUPERFÍCIE, IONAV 200 - *Busca e Salvamento de Submarinos*, Original, Lisboa, 2020.

FERREIRA, Vasco e HENRIQUES, Joaquim, *Os submersíveis*, Lisboa, Ottosgráfica Conde Barão, 1929.

«How Work of Rescue Goes Foward», *The Evening Star*, [s.l], [s.l], Washington D.C, 1927.

ISMERLO, <https://ismerlo.org/rescue-systems/>, 2020, acessado em dezembro de 2020.

JENKINSON, Sidney, «The Air In A Submerged Submarine: Means Of Exit When Submerged : Disabilities Of The Survivors», *The British Journal of Surgery*, vol. XXVII, n. 108,[s.l], 1940, pp. 767-780.

LAUBEUF, Maxime e STROH, Henri, *Sous-Marins Torpilles et Mines*, Paris, Librairie J.B Bailliére et Fils, 1923.

LODGE, Jonh, «Rescue Tank May End Sub Deaths», *Popular Science Monthly*, vol. 117, n. 5, Nova Iorque, 1930, pp. 40-41.

NATO, ATP-57 -*The Submarine Search and Rescue Manual*, Edition C, Version 3, NATO Standardization office, 2017.





MINISTERIO DA DEFESA ARGENTINO, *El Ministerio de Defensa confirma el hallazgo del submarino ARA San Juan a 907 metros de profundidad y a 500 kilómetros de la costa de Comodoro Rivadavia*, <https://www.argentina.gob.ar/noticias/el-ministerio-de-defensa-confirma-el-hallazgo-del-submarino-ara-san-juan-907-metros-de> , 2018, acedido em janeiro de 2021.

OCEANWORKS, *Submarine Rescue Systems*, <http://www.oceanworks.com/our-business/military/submarine-rescue-systems/> , 2020, acedido em dezembro de 2020.

REAR, Laura, *History of the USS S-5 Submarine*, <https://oceanexplorer.noaa.gov/projects/01s5/history/history.html>, 2002, acedido em janeiro de 2021.

ROYAL NAVY, *End of era for Gosport's iconic submarine escape tower*, <https://www.royalnavy.mod.uk/news-and-latest-activity/news/2020/january/09/200109-end-of-gosport-escape-tower> , 2020, acedido em dezembro de 2020.

SURVITEC, *MK-11 Product Overview*, <https://survitecgroup.com/survitecproducts/15494/SEIEMK11>, acedido em dezembro de 2020.

*The Loss of USS S-51*, <https://ussnautilus.org/the-loss-of-uss-s-51-ss-162/> , 2014, acedido em janeiro de 2021.

UNITED STATES NAVY, *Submarine Emergencies: Escape Training Procedure*, <https://archive.org/details/SubmarineEmergenciesEscapeTrainingTankProcedure>, 1963, acedido em novembro de 2020.

## **Bibliografia**

ALVES, João et al, *A Paradigm Shift for Interoperable Submarine Rescue Operations: The Usage of JANUS During the Dynamic Monarch 2017 Exercise*, Technical Report, NATO STO Centre for Maritime Research and Experimentation, International Submarine Escape and Rescue Liaison Office, Sub-surface squadron of the Portuguese Navy, Submarine flotilla of the Spanish Navy, Faculty of Engineering of the University of Porto,[s.l],2018.

CANAS, António, *Os Submarinos em Portugal*, Lisboa, Prefácio, 2009.

DUNMORE, Spencer, BALLARD, Robert e PERKINS, David, *Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found*, Singapura, Perseus Press, 2002.

FERRELL, David e ZAMICHOW, Nora, *Tale of the USS Tang: How crewmen escape a sunken Sub*, <https://www.chicagotribune.com/news/ct-xpm-2000-08-20-0008200308-story.html>, 2000, acedido em janeiro de 2021.



- LANCE, Rachel, *How to Escape From a Sunken Submarine*, <https://www.wired.com/story/how-escape-sunken-submarine/>, 2020, acedido em dezembro de 2020.
- MAAS, Peter, *The Terrible Hours- The man behind the greatest submarine rescue in history*, Londres, Ebury Press, 2001.
- MARIOTTE, *Os Submarinos*, Lisboa, Almeida & Miranda de Sousa, 1916.
- MELO, Fernando, *Escape livre submarino*, Mestrado em Medicina Hiperbárica e Subaquática, Faculdade de Medicina- Escola Naval, Lisboa-Alfeite, 2019.
- MENDES, José, *Setenta e cinco anos no mar*, vol. 5, Lisboa, [s.l.], 1991.
- MIKES, Anette e MIGDAL, Amram, *Learning from the Kursk submarine rescue failure: The case for pluralistic risk management*, Harvard Business School, Boston, 2014.
- MILES, LAMBERT, e RAWLINS, «Underwater Emergencies In The Royal Navy», *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, vol. 51, n. 821–829,[s.l.],1958, pp. 29-38.
- MILLER, Anthony, *Veteran diver: Rescue contract dispute puts Australian submariners at risk*, <https://www.aspistrategist.org.au/rescue-contract-dispute-puts-australian-submariners-at-risk/>, 2020, acedido em dezembro de 2020.
- UNITED STATES NAVY, «Submarine Rescue- From Early Devices To Deep Sea Rescue», *Undersea Warfare*,[s.l.], n. 56, [s.l.], 2014, pp. 1-27.
- OLIVEIRA, Maurício, *Os Submarinos na Marinha Portuguesa*, 4ª Edição, Lisboa, Revista de Marinha, 2018.
- PAZ, João, *Salvamento de Submarinos e a 4ª Esquadilha*, Memória Final de Curso, Escola Naval, Alfeite, 2003.
- PINTO, Filipe, *A Busca e Salvamento de Submarinos em Portugal: Desafios e Constrangimentos*, Trabalho de Investigação Individual do Curso de Promoção a Oficial Superior, Instituto Universitário Militar, Pedrouços, 2016.
- INSTITUTO HIDROGRÁFICO, *West Iberian Bathymetry Model*, Relatório, 2009, p. 16.
- RECK, Alfred, «Submarine Safety Devices Proved», *Popular Science Monthly*, vol. 115, n. 3, Nova Iorque, 1929, pp. 30-31.
- STEWART, Nick, «Submarine Escape and Rescue: A Brief History», *Journal of Military and Veterans Health*, vol. 17, n. 1, Australia, 2008, pp. 27-29.



WHYBOURN, Lesley et al, *A Critical Review of Casualties from Non-Combat Submarine Incidents and Current US Navy Medical Response Capability with specific focus on the Application of Prolonged Field Care t...*, Technical Report, Naval Submarine Research Laboratory, New London, 2019.

WITHINGTON, Thomas, «Submarine Rescue: “Kursk” -Ten Years On», *Naval Forces*, vol. V, Munique, 2009, pp. 68-73.

## Apêndices

### Apêndice A-Ano de entrada ao serviço e Comparação dos SRV/ SRC<sup>232</sup>

| Ano de entrada ao serviço e comparação de SRV/SRC |          |            |             |                     |             |        |             |            |             |
|---|----------|------------|-------------|---------------------|-------------|--------|-------------|------------|-------------|
| País  | UK/FR/NO | Itália     |             | Suécia              | Turquia     | Rússia |             | USA        |             |
| Sistema   | NSRS     | SRV300     | McCann Bell | URF                 | McCann Bell | Priz   | Rescue Bell | PRM Falcon | Rescue Bell |
| Ano entrada ao serviço                            | 2008     | 1999       | -           | 1978                | -           | 1986   | -           | 2008       | -           |
| Profundidade máxima de operação (m)               | 610      | 300        | 120         | 450                 | 207         | 900    | 120         | 610        | 259         |
| Estado do Mar                                     | 6 (5 m)  | 3 (1.25 m) | 3 (1.25 m)  | 4 (3.3 m)           | 5 (4.1 m)   | -      | -           | 4 (3.3 m)  | 3 (1.25 m)  |
| Corrente (nós)                                    | 2.5      | 2          | 2           | 2.5                 | 2.5         | -      | -           | -          | 2.8         |
| Inclinação máxima de operação (graus)             | 60°      | 45°        | 8°-10°      | 30°-45°             | 30°         | -      | 10°         | 45°        | 30°         |
| Pressão máxima de operação (bar)                  | 6        | 5          | -           | 6                   | -           | -      | -           | 5          | -           |
| Sistema TUP                                       | sim      | sim        | não         | Sim com HSwMS Belos | não         | não    | sim         | sim        | não         |
| Transportável via aérea                           | sim      | não        | não         | sim                 | não         | sim    | -           | sim        | sim         |
| Peso (ton)  | 30       | -          | -           | 52                  | -           | 56     | -           | 21         | -           |
| Trabalha com VOO ou navio dedicado                | VOO      | ITS Anteo  |             | HSwMS Belos/VOO     | VOO         | VOO    | RFN EPRON   | VOO        |             |
| Nº de pessoas que resgata                         | 15       | 12         | -           | 35                  | -           | -      | -           | 16         | -           |
| Interoperabilidade com os sistemas NATO           | sim      | sim        | sim         | não                 | sim         | não    | sim         | sim        | não         |

| Ano de entrada ao serviço e comparação de SRV/SRC |                 |           |               |       |                 |              |                |
|---|-----------------|-----------|---------------|-------|-----------------|--------------|----------------|
| País  | Brasil          | Austrália | Coreia do Sul | China | Japão           | Singapura    | Índia          |
| Sistema   | Sino De Resgate | LR5       | DSAR-5        | LR-7  | DSRV            | DSAR-6       | GK-59 Bell     |
| Ano entrada ao serviço                            | 1988            | 2009      | -             | -     | 1998            | 2008         | 2018           |
| Profundidade máxima de operação (m)               | 300             | 425       | 500           | 500   | 610             | 500          | 200            |
| Estado do Mar                                     | -               | 5 (4.1 m) | 5 (4.1 m)     | -     | -               | 5 (4.1 m)    | 3 (1.25 m)     |
| Corrente (nós)                                    | -               | 1.5       | 1.5           | -     | -               | 2            | 3              |
| Inclinação máxima de operação (graus)             | -               | 45°       | 45°           | -     | -               | 60°          | 30°            |
| Pressão máxima de operação (bar)                  | -               | 5         | 5             | -     | -               | 5            | -              |
| Sistema TUP                                       | não             | sim       | sim           | -     | sim             | sim          | sim            |
| Transportável via aérea                           | não             | sim       | não           | não   | não             | não          | não            |
| Peso (ton)  | -               | 23        | -             | -     | -               | -            | -              |
| Nº pessoas que resgata                            | -               | 16        | 16            | 18    | 12              | 17           | -              |
| Trabalha com VOO ou navio dedicado                | K11 Felinto     | VOO       | Chung Hae Jin | VOO   | Chihaya/Chiyoda | Swift Rescue | INS Nireekshak |
| Quantidade de pessoas salva                       | -               | 16        | -             | 18    | -               | -            | -              |
| Interoperabilidade com os sistemas NATO           | não             | não       | não           | não   | não             | não          | não            |

<sup>232</sup> F. Pinto, *A Busca e Salvamento de Submarinos em Portugal: Desafios e Constrangimentos*, Apêndice B.

ISMERLO, <https://newismerlo.org/>, 2020, acedido em dezembro de 2020.

ESQUADRILHA SUBSUPERFÍCIE, IONAV 200 - *Busca e Salvamento de Submarinos*, anexo F.



## Anexos

### Anexo A- Treinos utilizando o *Hall-Rees Apparatus*, entre 1907 e 1910.<sup>233</sup>



<sup>233</sup> Mike Burchett e Burchett Robert, *Siebe Gorman and Hall- Rees-Davis Independent Breathing apparatus*, <https://www.divingheritage.com/hall-rees-davis.htm> , 2017, acedido em novembro de 2020.



**Forecast**

SHOWERS probable tonight and Sunday; not much change in temperature.

---

TWO CENTS

# The Indianapolis Times

COMPLETE WIRE SERVICE OF THE UNITED PRESS WORLD'S GREATEST EVENING PUBLICATION

INDIANAPOLIS, SATURDAY, SEPT. 26, 1925

VOLUME 37—NUMBER 127

## ATLANTIC HIDES FATE OF 34 SAILORS

### Type of Ill-Fated Undersea Craft



The S-41, lying damaged on the floor of the Atlantic off the Connecticut coast, shown in the picture, is of a type similar to the S-57, shown in the picture.

**Bulletin**

**NEW LONDON, Sept. 26.—Tugs** conducted by rescue ships late today indicated the trapped men still are alive.

**NEW LONDON, Conn., Sept. 26.—Trapped** in the Navy submarine S-41, thirty-four officers and men are imprisoned today 130 feet below the surface of the sea following a collision with the coastwise steamer City of Rome.

Whether the men are alive or dead is a matter of conjecture. Lieutenant Commander Scanlon of the New London submarine base believes there is a possibility that they are alive and have a fighting chance to be rescued. Others believe they have perished.

### STEAMER PICKS UP BUOY LOST OFF BURIED CRAFT

Navy Officials Declare Men Could Live From Twelve Hours to a Week in Airtight Compartments if They Are Closed.

**Oil Spot Marking Place Where Submarine Sank Gives No Clew Whether Crew Still Lives in Trap 130 Feet Below Surface.**

### MOTHER FAINTS AS BANDIT TRIO GET TEN YEARS

Parents Here Confident Twin Sons Will Be Rescued.

"If the boys have to die, I'm proud to have them die in the service," said Mr. O'Brien, who lives at 107 College Ave., today as he and his wife awaited news concerning the fate of their twin sons. From the time they were born, the boys had been inseparable. When they boarded the submarine S-41, each carried a letter from their mother. The boys are included among the thirty who are imprisoned in the ship's hold.

**Motherhood**

**Two Men and Youth Who Terrorized Motorists Are Sentenced.**

Sentence, James E. Kelly, 23, of Marion, Mo.; Harry E. Kelly, 23, of Marion, Mo.; and John E. Kelly, 23, of Marion, Mo.

### RADIO SHOW TO CLOSE TONIGHT; SUCCESS CITED

Week's Attendance Expected to Reach 45,000 —Friday Bill Placed.

Indians' first big act, one last night, was a success. The show closed tonight with a record attendance of 45,000. The bill for Friday is expected to reach 45,000.

**Radios**

**Fifth Arson Case in City in Last Three Days.**

Poles and fire officials are seeking the culprit man seen lurking about the vicinity shortly before the fire broke out at 107 North St., early today. "Arsons" was estimated at \$12,000. O'Brien said he was convinced the fire was the work of a professional.

### CRIPPLE SOUGHT AS NEW BLAZE IS INVESTIGATED

Fire of Incendiary Origin Does \$12,000 Damage at Junk Yards.

O'BRIEN SEES RIKHOFF

**Cripples**

**Healed Battles Take Place Before Garvin**

Judge Scores Illegal Search of Homes When Subpoenaing Official—Wants Warrant or Affidavit for Liquor Raid Produced.

### JUSTICE SPIHER ORDERED INTO COURT BY COLLINS

Officer Roundly Criticised for Breaking Glass in Door at Home—Several Persons Are Discharged on Appeals.

"Illegal invasion" of Indiana homes by prohibition officers was scored again Friday afternoon when Criminal Judge James A. Collins discharged one woman charged with blind firing and ordered that Justice of the Peace Henry H. Spiller, 341, W. Michigan St., be subpoenaed to appear in court at 9 a. m. to consider her appeal.

**Spiller**

**Verbal Redaction**

Jackson said Thursday announced Quinlan's verbal redaction of his statement was accepted and signed by the judge.

### COURT ACTION THREATENED IN GUTHRIE FIGHT

Attorney Says Drastic Steps Will Be Taken Unless Governor Apologizes.

WRITTEN DEMAND SOUGHT

**Guthrie**

**Quoted Commissioner Sees Reflections on Character.**

Thomas A. Guthrie, today dramatic legal action will be taken against Governor Jackson if the Governor does not make a written apology for his attack on the consideration as reflections on his character.

### INDIANANAPOLIS BOYS ON SUB

Parents Here Confident Twin Sons Will Be Rescued.

"If the boys have to die, I'm proud to have them die in the service," said Mr. O'Brien, who lives at 107 College Ave., today as he and his wife awaited news concerning the fate of their twin sons. From the time they were born, the boys had been inseparable. When they boarded the submarine S-41, each carried a letter from their mother. The boys are included among the thirty who are imprisoned in the ship's hold.

**Boys**

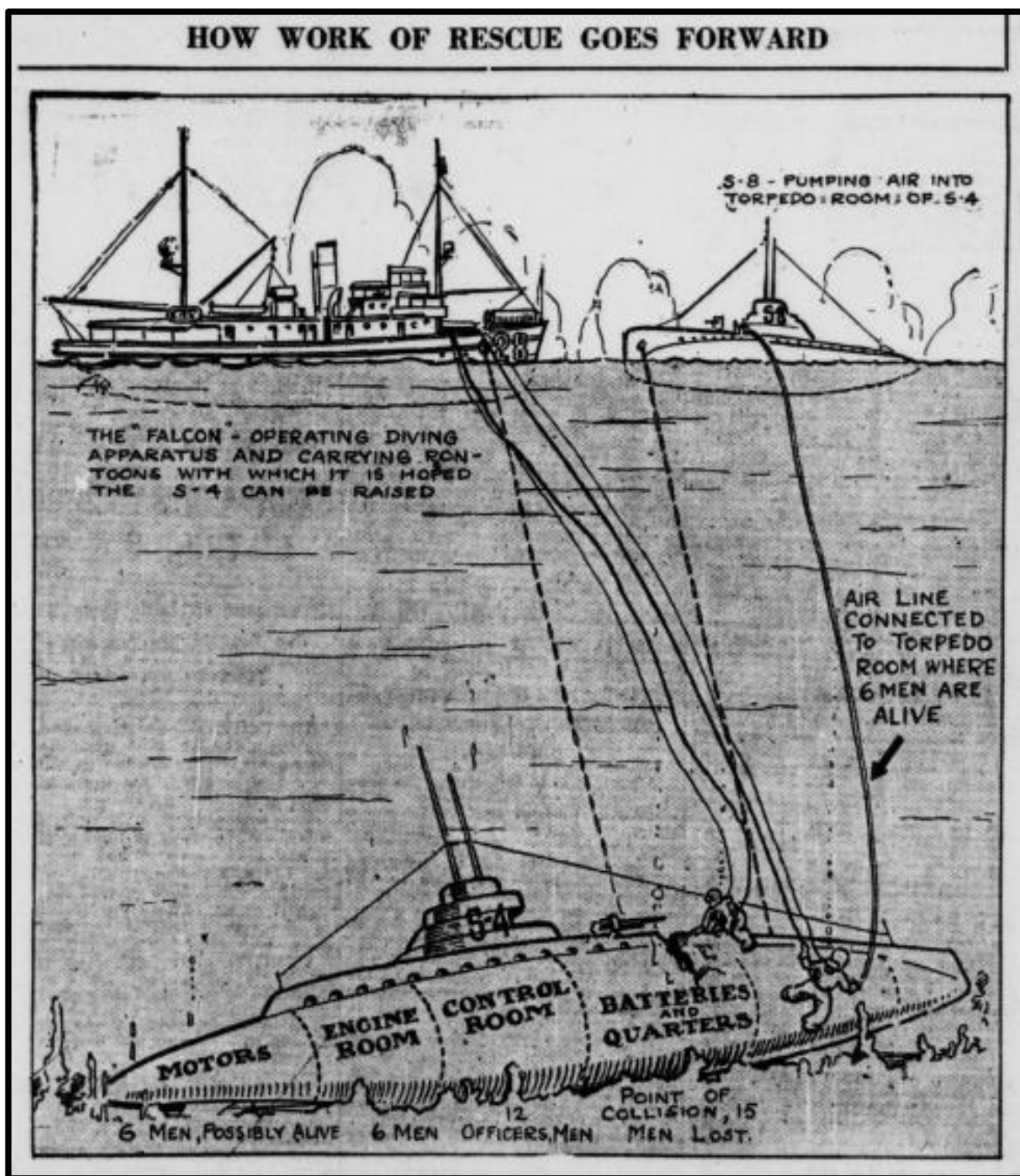
**Motherhood**

**Two Men and Youth Who Terrorized Motorists Are Sentenced.**

Sentence, James E. Kelly, 23, of Marion, Mo.; Harry E. Kelly, 23, of Marion, Mo.; and John E. Kelly, 23, of Marion, Mo.



**Anexo C- Salvamento do USS S-4, noticiado pelo Jornal “The Evening Star”, em 1927.**



Anexo D- Notícia do Jornal "The Evening Star", sobre o acidente do USS S-4, em 1927.

THE EVENING STAR, WASHINGTON, D. C., MONDAY, DECEMBER 19, 1927.

**WHERE SUBMARINE WENT DOWN—MEN FIGURING IN TRAGEDY**

**GALE HALTS S-4  
RESCUE WORK, WITH  
SIX MEN STILL ALIVE**  
(Continued from First Page.)

of the collision, the Navy Department at Washington and every navy yard and Coast Guard base along the Atlantic Coast sprang into activity. Destroyers, mine layers, tugs and other vessels were ordered to proceed with all speed to the scene. By morning a good-sized fleet was assembled in and near Provincetown.

Rescue work against time today, in which every minute was precious and the odds were admittedly against the slowly suffocating survivors in an almost impossible ratio.

In the ears of every officer and man of the rescue fleet from Rear Admiral Bruhly down to the rawest recruit rang the desperate cry of the unknown survivors: "We are still alive! We are still alive! We are still alive!" by hammer in the metallic dies and flashes of the Morse code to a diver alongside on the sandy bottom.

The messages follow:  
Diver—Is gas bad?  
Submarine—No; but the air. How long will you be now?  
Diver—How many are there?  
Submarine—There are six. Will you be long now?  
Diver—We are doing everything possible.

The message that told the fleet that men still lived on the S-4 came from the torpedo room. From the other compartments there was no encouraging word.

**Great Hole Opened.**  
A great hole ripped through the heavy steel plates starboard at amidships and just forward of the ship's four-inch gun left little doubt of the disaster. Divers on the surface saw when the flooding wave of the Paulding dove its way into the submarine's side.

Aft of the conning tower there was silence, too, but there was also hope, however slight. Divers had been unable to elicit a response to their tapings because of the mass of wreckage which obstructed the way. Yet orderly efforts at rescue went forward with zeal. There mine layers which stood by continuously since shortly after the crash formed a triangle about the spot.

The Maillard and the Lark steadied the Falcon, aboard which Admiral Bruhly and his staff directed the operations. Two destroyers, the Wardank and the Bushnell, were "prepped" to help, while a short distance away four destroyers restlessly awaited orders.

**Lieut. Condr. R. K. Jones, in command of the ill-fated submarine S-4.**

**WALTER BISHOP  
Of this city, radio man.**

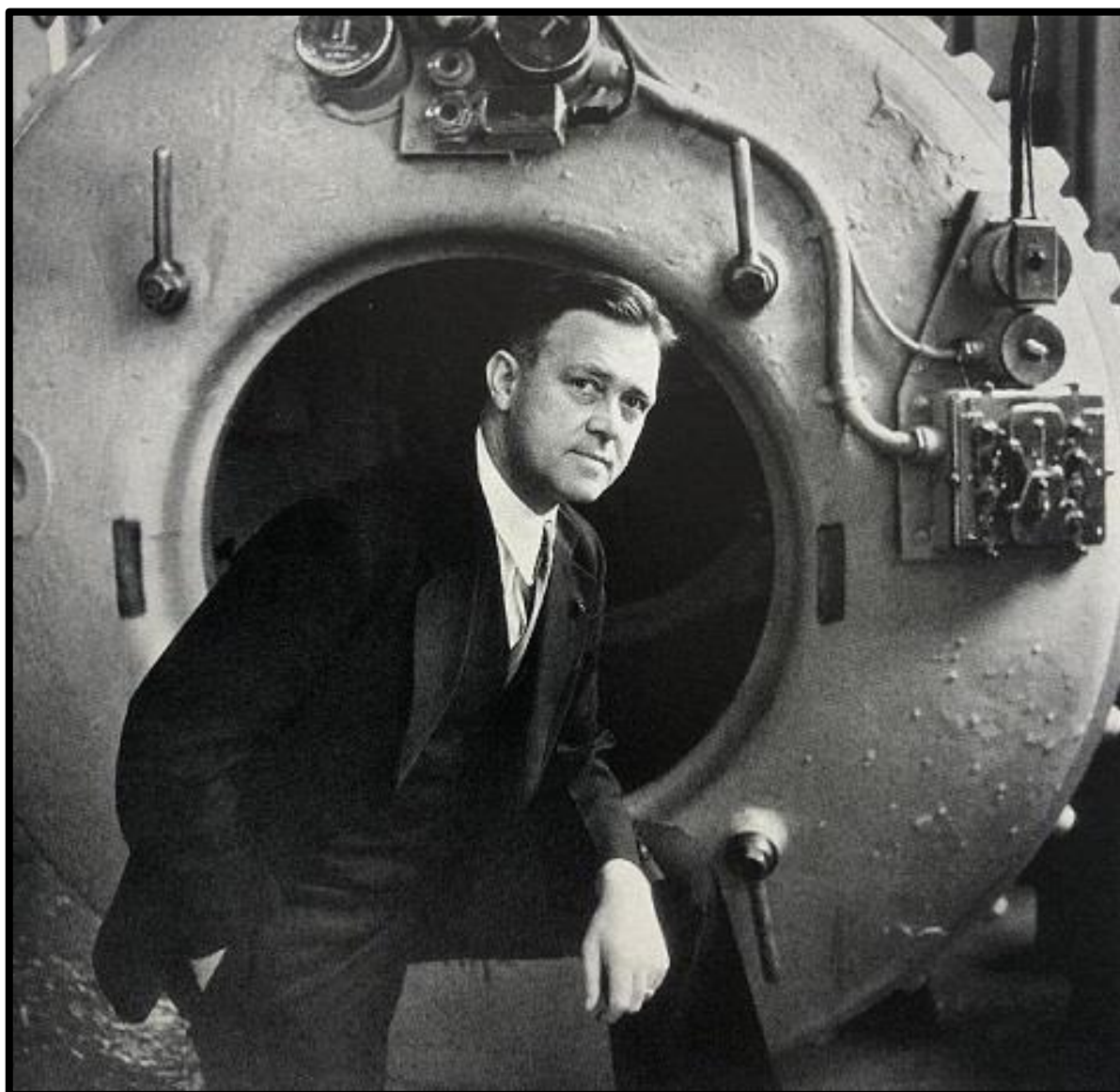
**The S-6, a sister ship of the S-4, arriving to aid in the rescue work.**

**Daniel Galvin, fireman of the S-4.**

**The Diver's Boat Falcon and a Coast Guard Cutter at scene of the disaster.**



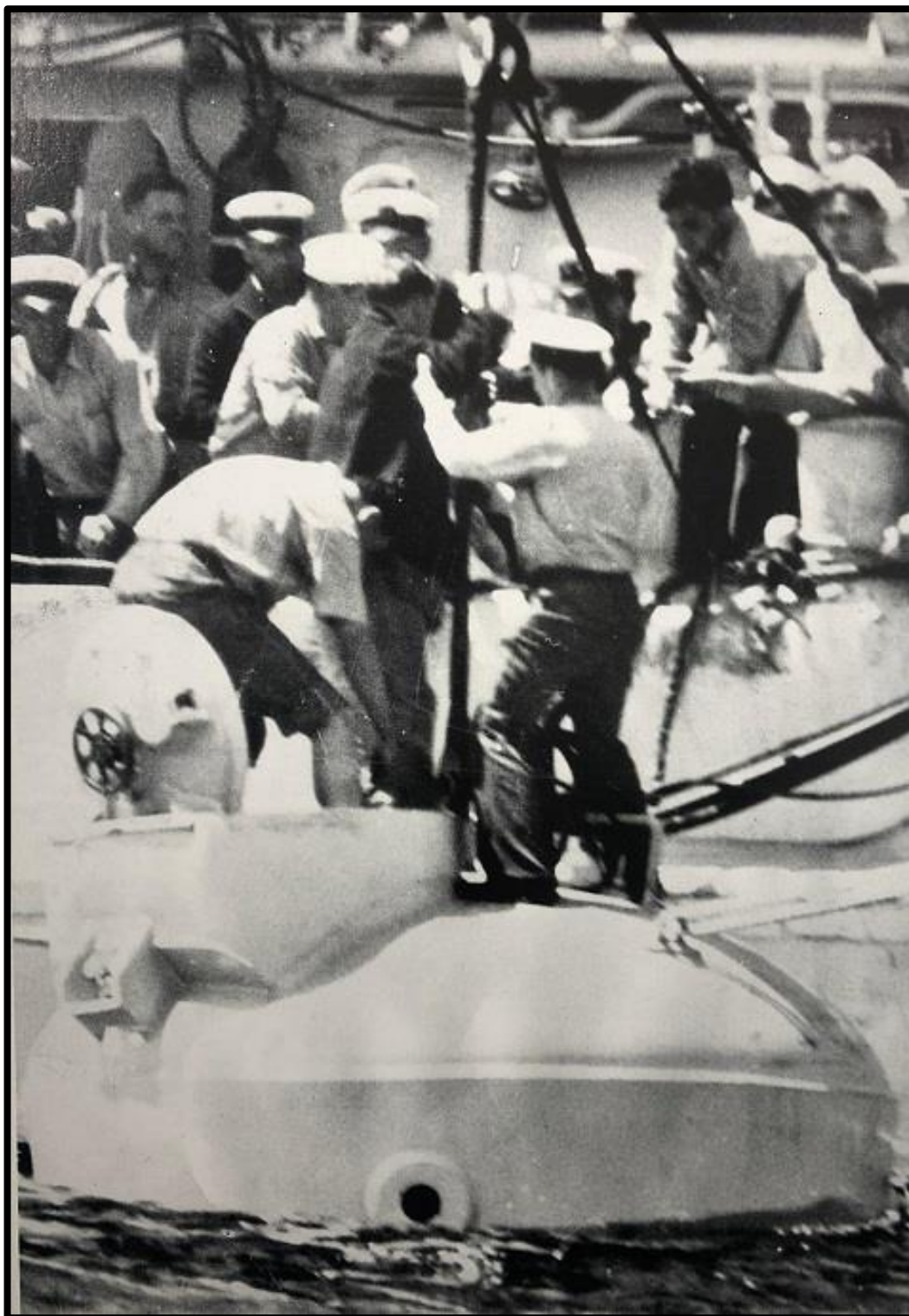
**Anexo E – Charles Momsen ao lado da *MacCann Rescue Chamber*<sup>234</sup>**



---

<sup>234</sup>S. Dunmore, R. Ballard e D. Perkins, *Lost Subs- From the Hunley to the Kursk, the greatest submarines ever lost and found*, p. 78.

**Anexo F- *MacCann Rescue Chamber* nas operações de resgate do USS *Squalus* em 1939.<sup>235</sup>**



---

<sup>235</sup> *Ibidem*, p. 82.

**Anexo G- USS *Falcon* à direita e o USS *Wandank* à esquerda operando a *MacCann Rescue Chamber* no salvamento do USS *Squalus* em 1939.<sup>236</sup>**



---

<sup>236</sup> *Ibidem*, p. 80.



Anexo H- Acidentes envolvendo submarinos de 1939 a 2019<sup>237</sup>

## DISSUB

| Year | Boat                     | Nation    | Class             | Type    | Location                                    | Incident  | Reported activity                 | Complement<br>(Riders) | Fatalities<br>(Collateral) | Casualties<br>(Collateral) |
|------|--------------------------|-----------|-------------------|---------|---|---|-----------------------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 2017 | ARA San Juan             | Argentina | TR-1700           | DE      | South Atlantic off coast of Argentina       | Unknown   | Routine patrol                    | 44                     | 44                         | 0                          |
| 2013 | INS Sindurakshak         | India     | Indrughosh        | DE      | Naval dockyard off Mumbai coast             | Ordnance explosion  | At berth                          | 21                     | 18                         | 0                          |
| 2005 | AS-28                    | Russia    | Priz-class DSRV   | DSV     | Off coast of Petropavlovsk-Kamchatska.      | Snagged in fishing nets                                   | Operating at depth 625 fsw        | 7                      | 0                          | 7                          |
| 2003 | K-159                    | Russia    | November          | SSN     | Barents Sea                                 | Flooding  | Under tow                         | 10                     | 9                          | 0                          |
| 2000 | K-141 Kursk              | Russia    | Oscar-II          | SSN     | Barents Sea                                 | Ordnance explosion + later SCOGS flash fire               | Not recorded                      | 118                    | 118                        | 0                          |
| 1989 | K-278 Komsomolets        | USSR      | Mike              | SSN     | Novgeigan Sea 180km south of Bear Island    | High pressure air line rupture + flash fire               | Transitting back to base          | 67                     | 42                         | 25                         |
| 1988 | BAP Pacocha              | Peru      | Balao             | DE      | Off port of Callao                          | Collision: rammed by trawler Kiowa Maru                   | Surface transit                   | 49                     | 8                          | 41                         |
| 1986 | K-219                    | USSR      | Yankee            | SSBN    | Atlantic Ocean 800km E of Bermuda           | Ordnance explosion  | Not recorded                      | 113                    | 4                          | 10                         |
| 1983 | K-429                    | USSR      | Charlie-I         | SSN     | Saramaya Bay S of Petropavlovsk-Kamchatsky  | Flooding seq valve misalignment                           | Not recorded                      | 100                    | 16                         | 0                          |
| 1981 | S-178                    | USSR      | Whiskey           | DE      | Golden Horn Bay, off Vladivostok            | Collision: cargo ship Refrizerator                        | Surface transit                   | 59                     | 28                         | 0                          |
| 1973 | Johnson Sea Link         | US        | Link DSV          | DSV     | 15nm from Key West, FL                      | Entanglement in cable of sunken ship                      | Conducting fish trap recovery     | 4                      | 2                          | 2                          |
| 1973 | Pisces III               | Canada    | Pisces DSV        | DSV     | 150nm SW of Cork, NI.                       | Towline fouled on hatch                                   | Recovery to support ship          | 2                      | 0                          | 2                          |
| 1971 | HMS Artemis (P449)       | UK        | Amphion           | DE      | Alongside HMS Dolphin, Gosport              | Flooding through torpedo hatch                            | Refueling                         | 61                     | 0                          | 0                          |
| 1970 | K-8                      | USSR      | November          | SSN     | Bay of Biscaya, Barents Sea                 | Fires seq short circuits + flooding during recovery opn   | Large scale Naval exercise        | 133                    | 60                         | 0                          |
| 1970 | Eurydice                 | French    | Daphne            | DE      | Mediterranean off Cape Camarat              | Im- / Explosion of unknown cause.                         | Conducting dive                   | 57                     | 57                         | 0                          |
| 1970 | USS Bugara (SS 331)      | US        | Balao             | DE      | Off Cape Flattery, WA                       | Flooding  | Under tow as target ship          | 0                      | 0                          | 0                          |
| 1969 | USS Guitanno (SSN 665)   | US        | Sturgeon          | SSN     | Mare Island Naval shipyard                  | Flooding through open hatches                             | Maintenance activity              | 0                      | 0                          | 0                          |
| 1968 | USS Scorpion (SSN 589)   | US        | Skipjack          | SSN     | North Atlantic Ocean 650km SW of Azores     | Unknown catastrophic accident                             | Transit                           | 99                     | 99                         | 0                          |
| 1968 | DSV Alvin (DSV 2)        | US        | DSV-2             | DSV     | Atlantic Ocean 88nm S of Nantucket Island   | Uncontrollable flooding through open hatch                | Dispatch from support ship        | 3                      | 0                          | 3                          |
| 1968 | K-129                    | USSR      | Golf-II           | DEB     | Pacific NW of Oahu                          | Unknown   | On patrol                         | 83                     | 83                         | 0                          |
| 1968 | INS Dakar                | Israel    | T                 | DE      | Mediterranean                               | Unknown   | Not recorded                      | 69                     | 69                         | 0                          |
| 1968 | Minerve                  | France    | Daphne            | DE      | 25nm from base in Toulon                    | Unknown   | Not recorded                      | 52                     | 52                         | 0                          |
| 1963 | USS Thresher (SSN 593)   | US        | Thresher          | SSN     | 350nm E of Boston, 160km E of Cape Cod      | Catastrophic flooding and power loss                      | Post-overhaul dive trials         | 106 (+23)              | 129                        | 0                          |
| 1962 | B-37                     | USSR      | Foxrot            | DE      | Ekaterinsky Bay, Polarny Naval Base         | Fire torpedo cpt during maintenance /testing              | At berth                          | 59                     | 59 (+63)                   | 0                          |
| 1961 | S-80                     | USSR      | Whiskey           | DE      | Barents Sea                                 | Flooding through ice-jammed diesel engine air intakes     | Operating at snorkel depth        | 68                     | 68                         | 0                          |
| 1958 | USS Stickleback (SS 415) | US        | Balao             | DE      | Off Hawaii                                  | Collision: hit astern by escort destroyer USS Silverstein | Conducting ASW exercise           | 81                     | 0                          | 0                          |
| 1957 | M-256                    | USSR      | Quebec            | DE      | Gulf of Finland, Baltic Sea                 | Engine explosion / fire                                   | Not recorded                      | 45                     | 38                         | 0                          |
| 1956 | M-200                    | USSR      | Quebec            | DE      | Returning from Paldiski near Tallinn        | Collision: hit by destroyer escort                        | Taking station alongside escort   | 42                     | 36                         | 0                          |
| 1955 | HMS Sidon (P259)         | UK        | S                 | DE      | Portland Harbor                             | Ordnance explosion  | Alongside                         | 56                     | 12 (+1)                    | 7                          |
| 1951 | HMS Affray (P421)        | UK        | Amphion           | DE      | 17 miles NW of Alderney                     | Flooding through metal fatigued break in snort            | Conducting training exercise      | 75                     | 75                         | 0                          |
| 1950 | HMS Truculent (P315)     | UK        | T                 | DE      | Thames Estuary                              | Collision: tanker Davina                                  | Surface running during sea trials | 61 (+18)               | 64                         | 15                         |
| 1949 | USS Cochino (SS 345)     | US        | Balao             | DE      | 100nm N of Hammerfest, Norway               | Battery explosion / fire seq water ingress                | Conducting training exercise      | 81                     | 1 (+6)                     | 22                         |
| 1945 | HMS XE-11                | UK        | XE class mini-sub | Midstet | Loch Striven, Scotland                      | Collision: struck by merchant ship                        | Not recorded                      | 2                      | 0                          | 2                          |
| 1945 | U-2344                   | Germany   | XXIII             | DE      | Baltic Sea 54.16'00" N 11.48'30" E          | Collision: submarine U-2336                               | Conducting sea trials             | 14                     | 11                         | 0                          |
| 1944 | U-1234                   | Germany   | IXC               | DE      | Baltic Sea                                  | Collision: struck by tug Anton.                           | Conducting sea trials             | 48                     | 13                         | 0                          |
| 1944 | U-2                      | Germany   | IIA Coastal       | DE      | W of Pillau (today's Baltiysk, Russia)      | Collision: trawler Helmi Sohle                            | Not recorded                      | 35                     | 17                         | 0                          |
| 1944 | U-2331                   | Germany   | XXIII             | DE      | Off Hal Peninsula in Baltic Sea             | Dive system malfunction                                   | Undergoing fast-track work-up     | 19                     | 15                         | 0                          |
| 1944 | U-28                     | Germany   | VIIA              | DE      | Off Neustadt                                | Collision: dummy freighter                                | Conducting training exercise      | 44                     | 0                          | 0                          |
| 1944 | U-7                      | Germany   | IIB Coastal       | DE      | W of Pillau                                 | Dive system malfunction                                   | Not recorded                      | 25                     | 25                         | 0                          |
| 1944 | U-737                    | Germany   | VIIIC             | DE      | Vestfjorden, 68.09'N 15.39'E                | Collision: German ship MRS25.                             | On patrol                         | 51                     | 31                         | 0                          |
| 1944 | USS S-28 (SS-133)        | US        | S-Class           | DE      | Off Oahu                                    | Unknown   | Conducting ASW exercises          | 42                     | 42                         | 0                          |
| 1944 | USS Tang (SS 306)        | US        | Balao             | DE      | Fernosa Strait                              | Flooding seq circular run of own torpedo.                 | In pursuit of Japanese troopship  | 87                     | 78                         | 5                          |
| 1944 | USS Tulibee (SS 284)     | US        | Gato              | DE      | N of Pillau                                 | Flooding seq circular run of own torpedo.                 | War patrol                        | 60                     | 59                         | 0                          |
| 1943 | HMS X-3                  | UK        | X-class mini-sub  | Midstet | Loch Striven, Scotland                      | Flooding seq engine cooling water hose failure            | Conducting submergence trials     | 3                      | 0                          | 3                          |
| 1943 | Delfino                  | Italy     | Squalo            | DE      | 1 hour out of Taranto                       | Collision: escort ship                                    | Leaving port                      | 52                     | 28                         | 0                          |
| 1943 | HMS Untamed (P18)        | UK        | U-Class           | DE      | Off Campbeltown, England                    | Flooding seq valve indicator malfunction                  | Conducting exercises              | 31                     | 31                         | 0                          |
| 1943 | HMS Vandal (P64)         | UK        | U-Class           | DE      | 1.5nm N of Loch Ramza, off Isle of Arran    | Flooding 7cm of aft cpts.                                 | Conducting sea trials             | 31                     | 31                         | 0                          |
| 1943 | U-34                     | Germany   | VIIA              | DE      | Baltic 55.42'N 21.09'E                      | Collision: U-Boat tender Lech                             | Not recorded                      | 43                     | 4                          | 0                          |
| 1943 | U-346                    | Germany   | VIIIC             | DE      | Danzig Bay in the Baltic Sea                | Crash dive seq mechanical fault                           | Conducting diving trials          | 16 (+27)               | 37                         | 0                          |
| 1943 | U-439                    | Germany   | VIIIC             | DE      | North Atlantic                              | Collision: submarine U-659                                | Surface running                   | 49                     | 40                         | 0                          |
| 1943 | U-5                      | Germany   | IIA Coastal       | DE      | W of Pillau (now Baltiysk in Russia)        | Diving accident   | Not recorded                      | 37                     | 21                         | 0                          |
| 1943 | U-649                    | Germany   | VIIIC             | DE      | Baltic Sea                                  | Collision: submarines U-232                               | Conducting training exercise      | 46                     | 35                         | 0                          |
| 1943 | U-670                    | Germany   | VIIIC             | DE      | Baltic Sea off Kael                         | Collision: target ship Bollburg                           | Conducting training exercise      | 43                     | 21                         | 0                          |
| 1943 | U-718                    | Germany   | VIIIC             | DE      | Near Bornholm in Baltic Sea                 | Collision: rammed by submarine U-476                      | Conducting training exercise      | 50                     | 43                         | 0                          |
| 1943 | U-733                    | Germany   | VIIIC             | DE      | Outside Gotenhafen Port                     | Collision: Vorpostenboot V313                             | Not recorded                      | 46                     | 0                          | 0                          |
| 1942 | U-254                    | Germany   | VIIIC             | DE      | North Atlantic patrol                       | Collision: struck broadside by submarine U-221            | During convoy attack              | 44                     | 40                         | 0                          |
| 1942 | U-272                    | Germany   | VIIIC             | DE      | Not recorded                                | Collision: submarine U-634                                | Conducting training exercise      | 31                     | 12                         | 0                          |
| 1942 | U-612                    | Germany   | VIIIC             | DE      | Off Danzig in eastern Baltic                | Collision: rammed by submarine U-444                      | Conducting sea trials             | 45                     | 2                          | 0                          |
| 1941 | HMS Umpire (N82)         | UK        | U-Class           | DE      | North Sea                                   | Collision: struck by ASW trawler                          | Transitting in convoy             | 33                     | 17                         | 9                          |
| 1941 | U-580                    | Germany   | VIIIC             | DE      | Baltic Sea                                  | Collision: target ship Angelburg                          | Conducting exercises              | 44                     | 12                         | 0                          |
| 1941 | U-583                    | Germany   | VIIIC             | DE      | Baltic Sea                                  | Collision: submarine U-153                                | Not recorded                      | 45                     | 45                         | 0                          |
| 1940 | U-15                     | Germany   | IIB Coastal       | DE      | North Sea at Hoofden                        | Collision: rammed by torpedo boat Itis                    | Not recorded                      | 25                     | 25                         | 0                          |
| 1940 | U-57                     | Germany   | IIC               | DE      | Brunsbuteal NW of Hamburg                   | Collision: Norwegian ship Rona                            | Conducting training exercise      | 25                     | 6                          | 0                          |
| 1939 | HMS Thetis (N25)         | UK        | T                 | DE      | Liverpool Bay, 165 nm N of Great Ormes Head | Flooding seq inadvertent open of torpedo tube door        | Conducting sea trials             | 48 (+57)               | 101                        | 0                          |
| 1939 | USS Squalus (SS 192)     | US        | Sargo             | DE      | Atlantic Ocean                              | Flooding through open hatch seq indicator malfunction     | Conducting sea trials             | 59                     | 26                         | 0                          |

<sup>237</sup> Lesley Whybourn et al., *A Critical Review of Casualties from Non-Combat Submarine Incidents and Current US Navy Medical Response Capability with specific focus on the Application of Prolonged Field Care t...*, Naval Submarine Research Laboratory, 2019, Apêndice B.



## História de acidentes com submarinos - Evolução dos meios de salvamento

### Near-miss (external aid requirement)

| Year | Boat                              | Nationality | Class       | Type | Location                                  | Incident   | Reported activity                 | Complement (Riders) | Fatalities (Collateral) | Casualties (Collateral) |
|------|-----------------------------------|-------------|-------------|------|---|--|-----------------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| 2014 | INS Sindurathra                   | India       | Sindurathra | DE   | Off Mumbai                                | Fire in battery cpt                                      | Conducting sea trials             | 52                  | 2                       | 7                       |
| 2011 | K-64 Ekaterinberg                 | Russia      | Delta-IV    | SSBN | In dry dock at Murmansk                   | Fire seq welding activity                                | Maintenance                       | 140                 | 0                       | 0                       |
| 2010 | INS Sindurathra                   | India       | Sindurathra | DE   | Alongside in Vinsachapatnam               | Explosion / fire in battery cpt seq faulty battery valve | Alongside                         | 68                  | 1                       | 2                       |
| 2008 | K152 Nepea                        | Russia      | Alula II    | SSN  | Peter the Great Gulf, Sea of Japan        | Inadvertent activation of fire suppressant system        | Conducting sea trials             | 81 (+127)           | 20                      | 41                      |
| 2007 | HMS Tireless (S85)                | UK          | Trafalgar   | SSN  | N of Deadhorse in Prudhoe Bay Alaska      | SCOGS explosion  | Training exercise                 | 130                 | 2                       | 1                       |
| 2007 | HMAS Farncomb                     | Australia   | Collins     | DE   | Asian waters                              | Propeller entangled in fishing lines                     | Routine operations                | 60                  | 0                       | 5                       |
| 2006 | USS Minneapolis-St Paul (SSN 708) | US          | Los Angeles | SSN  | Plymouth                                  | Flooding through FWD escape trunk seq man o'warboard     | Leaving port                      | 134                 | 2                       | 3                       |
| 2005 | USS San Francisco (SSN 711)       | US          | Los Angeles | SSN  | 364nm southeast of Guam                   | Collision: sea mount                                     | Operating at depth 525 fsw        | 138                 | 1                       | 114                     |
| 2004 | HMCS Chicoutimi                   | Canada      | Victoria    | DE   | 100 miles NW of County Mayo, Ireland      | Electrical fire seq water ingress through open hatches   | Surface running repairs           | 48                  | 1                       | 29                      |
| 2002 | USS Dolphin (AGSS 555)            | US          | Dolphin     | DE   | 100nm off coast of San Diego, CA          | Flooding seq torpedo tube door gasket failure            | Surface marking                   | 43                  | 0                       | 7                       |
| 2001 | USS Greenville (SSN 772)          | US          | Los Angeles | SSN  | 9nm off coast of Oahu, Hawaii             | Collision: Fishery training ship Ehime Maru              | Demonstrating emergency blow      | 110 (+16)           | 0 (+9)                  | 0 (+26)                 |
| 1994 | Emserude                          | French      | Rubis       | SSN  | Mediterranean off Toulon                  | Condenser explosion                                      | Engaged in ASW exercise           | 66                  | 10                      | 0                       |
| 1989 | K-131                             | USSR        | Echo-II     | SSN  | Norwegian sea off Kola Peninsula          | Catastrophic fire seq short circuit                      | Transiting back to base           | 109                 | 13                      | 0                       |
| 1989 | K-192                             | USSR        | Echo-II     | SSN  | Norwegian Sea, 100km NW of Senja in Troms | Partial core meltdown seq coolant leak                   | Transiting back to base           | 104                 | 0                       | 4                       |
| 1988 | USS Bonafish (SS 582)             | US          | Barbel      | DE   | 160nm off Atlantic Coast of Florida       | Explosion/flash fire seq seawater leak into battery cpt  | Submerged on exercise             | 92                  | 3                       | 89                      |
| 1985 | USS Swordfish (SSN 579)           | US          | Skate       | SSN  | Off Pearl Harbor                          | Flooding and fire seq inadequate drain pump repair       | Leaving port                      | 87                  | 0                       | 0                       |
| 1984 | K-314                             | USSR        | Victor-I    | SSN  | Sea of Japan                              | Collision: aircraft carrier USS Kitty Hawk               | Not recorded                      | 94                  | 0                       | 0                       |
| 1983 | K-324                             | USSR        | Victor-III  | SSN  | 282nm W of Bermuda                        | Snagged frigate towed sonar array cable                  | Not recorded                      | 100                 | 0                       | 0                       |
| 1981 | S-363                             | USSR        | Whiskey     | DE   | 6nm from Karlskrona Naval Base            | Ran aground  | Not recorded                      | 60                  | 0                       | 0                       |
| 1978 | Not Known                         | USSR        | Not Known   | NK   | Near Rockall Bank, 225km NW of Scotland   | Propulsion system failure                                | Not recorded                      | 104                 | 0                       | 0                       |
| 1973 | K-56                              | USSR        | Echo-II     | SSN  | Peter the Great Gulf, Sea of Japan        | Collision: struck by research ship Akademik Berg         | Surface transit                   | 90 (+36)            | 27                      | 0                       |
| 1972 | K-577 (TK-64)                     | USSR        | Alpha       | SSN  | Not recorded                              | Reactor accident   | Conducting sea trials             | 51                  | 0                       | 0                       |
| 1972 | K-19                              | USSR        | Hotel II    | SSBN | 700nm from Newfoundland, Canada           | Fire seq hydraulic leak                                  | Operating at depth 120msw         | 125                 | 30                      | 12                      |
| 1961 | K-19                              | USSR        | Hotel       | SSBN | N Atlantic off Southern Greenland         | Reactor coolant leak                                     | Not recorded                      | 125                 | 23                      | 0                       |
| 1945 | HNLM S O19                        | Netherlands | O-19        | DE   | South China Sea en route to Subic Bay     | Ran aground: reef  | Not recorded                      | 40                  | 0                       | 0                       |
| 1944 | USS Darter (SS 227)               | US          | Gato        | DE   | Palawan Passage                           | Ran aground  | Conducting surface attack run     | 60                  | 0                       | 0                       |
| 1943 | Acum                              | Italy       | Adua        | DE   | Near the Mores, off Malta                 | Ran aground  | Conducting reconnaissance mission | 45                  | 0                       | 0                       |
| 1942 | USS S-27 (SS 132)                 | US          | S-Class     | DE   | Kuhik Bay area                            | Ran aground with flooding of battery cpt                 | On patrol                         | 42                  | 0                       | 0                       |
| 1942 | USS S-36 (SS 141)                 | US          | S-Class     | DE   | Off Surabaya                              | Ran aground with flooding of forward battery             | On patrol                         | 42                  | 0                       | 0                       |
| 1942 | USS S-39 (SS 144)                 | US          | S-Class     | DE   | Coral Sea off New Ireland                 | Ran aground  | En route to station               | 42                  | 0                       | 0                       |

### Near-miss

| Year | Boat                        | Nationality | Class       | Type | Location                                  | Incident  | Reported activity                     | Complement (Riders) | Fatalities (Collateral) | Casualties (Collateral) |
|------|-----------------------------|-------------|-------------|------|---|---|---------------------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|
| 2016 | HMS Ambush (S120)           | UK          | Astute      | SSN  | Strait of Gibraltar                       | Collision: fishing vessel                       | Surfacing on exercise                 | 98                  | 0                       | 0                       |
| 2016 | USS Louisiana (SSBN 743)    | US          | Virginia    | SSBN | Strait of Juan de Fuca, WA                | Collision: MSC support vessel                   | Routine operations                    | 155                 | 0                       | 0                       |
| 2015 | USS Georgia (SSGN 725)      | US          | Ohio        | SSGN | Kings Bay, Georgia                        | Collision: channel buoy                         | Entering port                         | 155                 | 0                       | 0                       |
| 2014 | INS Sindurathra             | India       | Sindurathra | DE   | Naral harbor Mumbai                       | Ran aground                                     | Entering port                         | 52                  | 0                       | 0                       |
| 2013 | K-150 Tomik                 | Russia      | Oscar       | SSN  | Zwada shipyard, Sea of Japan              | Fire seq welding activity                       | Maintenance                           | 0                   | 0                       | 0 (+15)                 |
| 2012 | USS Miami (SSN 755)         | US          | Los Angeles | SSN  | Portsmouth Naval Shipyard                 | Fire seq arson                                  | In refit                              | 0                   | 0                       | 0 (+8)                  |
| 2012 | USS Montpelier (SSN 765)    | US          | Los Angeles | SSN  | Atlantic Ocean off the coast of Jan. FL   | Collision: struck stern by Cruiser              | Surfacing in ASW training exercise    | 110                 | 0                       | 0                       |
| 2011 | HMS Astute (S119)           | UK          | Astute      | SSN  | Southampton Docks                         | Active shooter incident                         | Port visit                            | 98 (+3)             | 1                       | 1                       |
| 2011 | HMS Turbulent (N96)         | UK          | Trafalgar   | SSN  | Indian Ocean 3 hours out of Fujairah, UAE | Catastrophic AC system failure                  | Surface transit                       | 130                 | 0                       | 26                      |
| 2011 | USS Houston (SSN 713)       | US          | Los Angeles | SSN  | Guam                                      | Broke free of mooring in tsunami                | On mooring                            | 134                 | 0                       | 0                       |
| 2011 | HMAS Farncomb               | Australia   | Collins     | DE   | 20km off coast of Rottnest Island, Perth  | Propulsion system failure                       | Shooting during post refit trials     | 60                  | 0                       | 1                       |
| 2011 | HMCS Cormor Brook           | Canada      | Victoria    | DE   | Zucarte Channel, Nootka Sound, BC         | Collision: channel wall                         | Conducting training exercise          | 53                  | 0                       | 2                       |
| 2010 | HMS Astute (S119)           | UK          | Astute      | SSN  | Off Isle of Skye                          | Ran aground                                     | Conducting sea trials                 | 98                  | 0                       | 0                       |
| 2009 | HMS Terbay (N79)            | UK          | Trafalgar   | SSN  | Eastern Mediterranean                     | Ran aground                                     | Not recorded                          | 130                 | 0                       | 0                       |
| 2009 | USS Hartford (SSN 765)      | US          | Los Angeles | SSN  | Strait of Hormuz                          | Collision: LPD USS New Orleans                  | Not recorded                          | 110                 | 0                       | 15                      |
| 2009 | HMS Vanguard (S28)          | UK          | Vanguard    | SSBN | Mid Atlantic Ocean                        | Collision: submarine La Triomphant              | Submerged                             | 135                 | 0                       | 0                       |
| 2009 | La Triomphant               | France      | Triomphant  | SSBN | Mid Atlantic Ocean                        | Collision: submarine HMS Vanguard               | Submerged                             | 110                 | 0                       | 0                       |
| 2009 | Chinese submarine           | China       | NK          | NK   | Subic Bay, off coast of Philippines       | Collision: towed sonar array                    | Not recorded                          | NK                  | 0                       | 0                       |
| 2008 | HMS Superb (S108)           | UK          | Swiftsure   | SSN  | Red Sea 80 miles S of Suez Canal          | Ran aground: underwater pinnacle                | Transiting at depth 230msw            | 116                 | 0                       | 0                       |
| 2008 | USS Nebraska (SSN 739)      | US          | Ohio        | SSN  | Off Oahu                                  | Sailor crushed in hydraulic rudder-ram          | Field Day cleaning evolution          | 155                 | 1                       | 0                       |
| 2008 | INS Sindurathra             | India       | Sindurathra | DE   | Off Diu's Island, 400nm N of Mumbai       | Collision: MV Leads Castle                      | Surfacing during war-games            | 52                  | 0                       | 0                       |
| 2007 | SNA Rubis                   | France      | Rubis       | SSN  | Off Var coast, SE France                  | Ran aground                                     | Not recorded                          | 70                  | 0                       | 0                       |
| 2007 | USS Newport News (SSN 750)  | US          | Los Angeles | SSN  | Arabian Sea south of Straits of Hormuz    | Collision: tanker (Mogamigara)                  | Submerged transit                     | 134                 | 0                       | 0                       |
| 2006 | B-414 Dmitri Moskovsky      | Russia      | Victor III  | SSN  | Moored near Finnish border                | Fire outbreak                                   | Moored                                | 100                 | 2                       | 1                       |
| 2006 | USS Nevada (SSBN 733)       | US          | Ohio        | SSN  | Strait of Juan de Fuca, WA                | Snagged tow-line                                | Not recorded                          | 155                 | 0                       | 0                       |
| 2005 | USS Philadelphia (SSN 690)  | US          | Los Angeles | SSN  | Persian Gulf 30nm NE of Bahrain           | Collision: MV Yasa Ayven                        | Surface transit                       | 110                 | 0                       | 0                       |
| 2003 | HMS Tireless (S85)          | UK          | Trafalgar   | SSN  | Arctic patrol                             | Collision: iceberg                              | Operating at depth 60msw              | 130                 | 0                       | 0                       |
| 2003 | USS Hartford (SSN 765)      | US          | Los Angeles | SSN  | La Maddalena harbor, Sardinia             | Ran aground                                     | Routine maneuvers                     | 110                 | 0                       | 0                       |
| 2003 | HMAS Dechaineux             | Australia   | Collins     | DE   | Off coast of Western Australia            | Flooding seq seawater pipe burst                | Operating at depth                    | 55                  | 0                       | 0                       |
| 2002 | HMS Trafalgar (S107)        | UK          | Trafalgar   | SSN  | Fladda-Chaim islet, north of Skye         | Ran aground                                     | Conducting training                   | 130                 | 0                       | 3                       |
| 2002 | USS Greenville (SSN 772)    | US          | Los Angeles | SSN  | Off coast of Oman                         | Collision: LPD USS Ogden                        | Conducting personnel transfer         | 110                 | 0                       | 0                       |
| 2002 | USS Oklahoma City (SSN 725) | US          | Los Angeles | SSN  | East of Strait of Gibraltar               | Collision: tanker Norman Lady                   | Coming to periscope depth             | 150                 | 0                       | 0                       |
| 2002 | HMCS Cormor Brook           | Canada      | Victoria    | DE   | Off Nova Scotia                           | Flooding seq signal ejector tube malfunction    | Operating at depth                    | 53                  | 0                       | 0                       |
| 2002 | HMCS Windsor                | Canada      | Victoria    | DE   | Off Halifax                               | Flooding into hydraulic motor                   | Not recorded                          | 53                  | 0                       | 0                       |
| 2001 | USS Greenville (SSN 772)    | US          | Los Angeles | SSN  | Port of Saipan, Western Pacific           | Ran aground                                     | Entering port                         | 110                 | 0                       | 0                       |
| 2001 | HMS Victorious (S29)        | UK          | Vanguard    | SSBN | Not recorded                              | Snagged USCG ship in sonar array                | Not recorded                          | 135                 | 0                       | 0                       |
| 2000 | HMS Triumph (S93)           | UK          | Trafalgar   | SSN  | West of Scotland                          | Ran aground                                     | Conducting training                   | 130                 | 0                       | 0                       |
| 2000 | HMS Victorious (S29)        | UK          | Vanguard    | SSBN | Firth of Clyde                            | Ran aground                                     | Surface transit                       | 135                 | 0                       | 0                       |
| 1998 | USS San Juan (SSN 751)      | US          | Los Angeles | SSN  | S of Long Island, NY                      | Collision: Submarine USS Kentucky               | Conducting training                   | 110                 | 0                       | 0                       |
| 1998 | USS Kentucky (SSBN 737)     | US          | Ohio        | SSBN | S of Long Island, NY                      | Collision: submarine USS San Juan               | Conducting training drill             | 155                 | 0                       | 0                       |
| 1997 | HMS Truchant (S91)          | UK          | Trafalgar   | SSN  | Off western coast of Australia            | Ran aground                                     | Operating at depth 200msw             | 130                 | 0                       | 0                       |
| 1996 | HMS Trafalgar (S107)        | UK          | Trafalgar   | SSN  | Off Isle of Skye                          | Ran aground                                     | Not recorded                          | 130                 | 0                       | 0                       |
| 1996 | USS Taunog (SSN 639)        | US          | Sturgeon    | SSN  | Mouth of Pearl Harbor                     | Ran aground                                     | Conducting personnel transfer         | 109                 | 0                       | 0                       |
| 1996 | HMS Rapide (S23)            | UK          | Resolution  | SSBN | North Channel off SW Scotland             | Ran aground                                     | Leaving port                          | 143                 | 0                       | 0                       |
| 1995 | USS Drum (SSN 677)          | US          | Sturgeon    | SSN  | Hong Kong harbor                          | Collision: cargo ship Sai Bright                | Leaving port                          | 109                 | 0                       | 0                       |
| 1994 | Amethyste                   | French      | Rubis       | SSN  | Mediterranean off French Riviera          | Ran aground                                     | Conducting training exercise          | 70                  | 0                       | 0                       |
| 1994 | USS Sand Lance (SSN 660)    | US          | Sturgeon    | SSN  | Moored at Charleston Naval Base           | Flooding seq valve removal                      | Maintenance                           | 107                 | 0                       | 0                       |
| 1993 | SNA Rubis                   | France      | Rubis       | SSN  | Mediterranean off Toulon                  | Collision: tanker Lyria                         | Surfacing in anti-collision maneuvers | 70                  | 0                       | 6                       |
| 1993 | USS Grayling (SSN 646)      | US          | Ohio        | SSN  | Barents Sea                               | Collision: Russian submarine                    | Surveillance operations               | 155                 | 0                       | 0                       |
| 1992 | USS Baton Rouge (SSN 679)   | US          | Los Angeles | SSN  | N of Murmansk, Russia 69.38N 33.46E       | Collision: hit from below by submarine Kostroma | On patrol                             | 110                 | 0                       | 0                       |





## História de acidentes com submarinos - Evolução dos meios de salvamento

|      |                                 |         |               |      |  |  |                                     |     |    |    |
|------|---------------------------------|---------|---------------|------|--|--|-------------------------------------|-----|----|----|
| 1991 | HMS Valiant (S102)              | UK      | Valiant       | SSN  | North Norwegian Sea                          | Ran aground                                      | Not recorded                        | 116 | 0  | 0  |
| 1989 | HMS Scapree (S104)              | UK      | Swiftsure     | SSN  | Near Lewis                                   | Snagged nets of fishing vessel Scotia            | Not recorded                        | 116 | 0  | 0  |
| 1989 | HMS Spartan (S105)              | UK      | Swiftsure     | SSN  | W of Scotland                                | Ran aground                                      | Not recorded                        | 116 | 0  | 0  |
| 1989 | USS Norfolk (SSN-714)           | US      | Los Angeles   | SSN  | Thimble Shoals Channel, Hampton Roads        | Collision: stores ship USS San Diego             | Leaving port                        | 110 | 0  | 0  |
| 1989 | USS Pennsylvania (SSBN 735)     | US      | Ohio          | SSBN | Port Canaveral FL                            | Ran aground                                      | Entering port                       | 155 | 0  | 0  |
| 1988 | USS Sam Houston (SSBN 609)      | US      | Ethan Allen   | SSBN | Fox Island Washington                        | Ran aground                                      | Conducting sound testing            | 140 | 0  | 0  |
| 1987 | USS Daniel Boone (SSBN 629)     | US      | James Madison | SSBN | James River at Newport News                  | Ran aground                                      | Post refit trials                   | 143 | 0  | 0  |
| 1986 | HMS Splendid (S106)             | UK      | Swiftsure     | SSN  | Northern Fleet training range Barents Sea    | Snagged Soviet submarine in sonar array          | Not recorded                        | 116 | 0  | 0  |
| 1986 | K-175                           | USSR    | Echo-II       | SSN  | Pacific Fleet homebase                       | Explosion in reactor cpr                         | Not recorded                        | 104 | 0  | 0  |
| 1986 | USS Atlanta (SSN 712)           | US      | Los Angeles   | SSN  | Strait of Gibraltar                          | Ran aground                                      | Submerged transit                   | 130 | 0  | 0  |
| 1986 | USS Augusta (SSN 710)           | US      | Los Angeles   | SSN  | Off coast of Bermuda                         | Collision: Soviet submarine                      | Not recorded                        | 130 | 0  | 0  |
| 1986 | USS Nathaniel Greene (SSBN 636) | US      | James Madison | SSBN | Irish Sea                                    | Ran aground                                      | Not recorded                        | 130 | 0  | 0  |
| 1986 | Not Known                       | USSR    | Not Known     | NK   | East China Sea 450km NW of Okinawa           | Propulsion system failure ? cause.               | Not recorded                        | 104 | 0  | 0  |
| 1985 | K-429                           | USSR    | Charlie-I     | SSN  | Sakamaya Bay S of Petropavlovsk-Kamchatsky   | Uncontrolled startup of reactor                  | Not recorded                        | 100 | 0  | 0  |
| 1985 | USS Plunger (SSN 595)           | US      | Permit        | SSN  | Off Southern California                      | Collision: freighter                             | Coming to periscope depth           | 100 | 0  | 0  |
| 1985 | USS Dexter (SS 576)             | US      | Tang          | DE   | Near Pusan, Korea                            | Collision: tanker Kansas Gerry                   | Not recorded                        | 85  | 0  | 0  |
| 1984 | USS Baggall (SSN 667)           | US      | Sturgeon      | SSN  | Mooring Norfolk VA                           | Collision: struck by SRV USS Kaimuka             | Moored                              | 109 | 0  | 0  |
| 1982 | K-123                           | USSR    | Alpha         | SSN  | Barents Sea                                  | Reactor damage sea coolant leak                  | Not recorded                        | 32  | 0  | 0  |
| 1982 | K-432                           | USSR    | Alpha         | SSN  | Not recorded                                 | Collision: whale                                 | Conducting sea trials               | 31  | 0  | 0  |
| 1982 | USS Thomas A Edison (SSBN 610)  | US      | Ethan Allen   | SSBN | 40nm off Subic Bay, Philippines              | Collision: destroyer USS Leffwich                | Surfacing on ASW exercises          | 140 | 0  | 0  |
| 1982 | USS Bonafish (SS 582)           | US      | Barbel        | DE   | Pacific                                      | Flooding all 3 main engine spaces                | Surface running                     | 77  | 0  | 0  |
| 1981 | HMS Scapree (S104)              | UK      | Swiftsure     | SSN  | Northern waters close to Arctic              | Collision: Soviet submarine                      | Surveillance operations             | 116 | 0  | 0  |
| 1981 | K-324                           | USSR    | Victor-III    | SSN  | Peter the Great Bay, off Vladivostok         | Collision: submarine                             | Not recorded                        | 100 | 0  | 0  |
| 1981 | K-45                            | USSR    | Echo-I        | SSN  | Not recorded                                 | Collision: trawler Novochalinsk                  | Not recorded                        | 104 | 0  | 0  |
| 1981 | USS Drum (SSN 677)              | US      | Sturgeon      | SSN  | Peter the Great Bay off Vladivostok          | Collision: Soviet submarine                      | Not recorded                        | 109 | 0  | 0  |
| 1980 | K-122                           | USSR    | Echo-I        | SSN  | 85nm east of Okinawa                         | Fire in engine cpr                               | Not recorded                        | 104 | 14 | 0  |
| 1979 | K-116                           | USSR    | Echo-I        | SSN  | Bay of Vladimír, Sea of Japan                | Partial reactor meltdown sea coolant leak        | Conducting sea trials               | 104 | 0  | 10 |
| 1978 | K-171                           | USSR    | Delta-IV      | SSBN | Pacific Ocean                                | Reactor accident                                 | Not recorded                        | 140 | 3  | 0  |
| 1978 | K-451                           | USSR    | Yankee        | SSBN | Not recorded                                 | Fire in turbogenerator cpr                       | Not recorded                        | 120 | 0  | 0  |
| 1977 | USS Pintado (SSN 672)           | US      | Sturgeon      | SSN  | Western Pacific                              | Collision: Korean Navy ship                      | On exercise                         | 109 | 0  | 0  |
| 1977 | USS Ray (SSN 653)               | US      | Sturgeon      | SSN  | Mediterranean 10nm off coast of Tunisia      | Collision: coral mountain                        | Not recorded                        | 107 | 0  | 10 |
| 1976 | K-22                            | USSR    | Echo-II       | SSN  | Mediterranean 36.07.00°N 20.36.00°E          | Collision: frigate USS Voge                      | Not recorded                        | 104 | 0  | 0  |
| 1976 | K-47                            | USSR    | Echo-II       | SSN  | North Atlantic                               | Fire sea short circuit                           | Not recorded                        | 104 | 3  | 0  |
| 1974 | USS Pintado (SSN 672)           | US      | Sturgeon      | SSN  | Approaches to Kamchatka Naval Base           | Collision: Soviet submarine                      | Not recorded                        | 109 | 0  | 0  |
| 1974 | USS James Madison (SSBN 627)    | US      | James Madison | SSBN | North Sea off Holly Loch Scotland            | Collision: ? Soviet submarine                    | Leaving port                        | 143 | 0  | 0  |
| 1973 | K-1                             | USSR    | Echo-II       | SSN  | Caribbean 21.37°00'N 80.40°00'W              | Collision: Hague Bank                            | Not recorded                        | 104 | 0  | 0  |
| 1973 | USS Barfish (SSN 681)           | US      | Sturgeon      | SSN  | Charleston, South Carolina                   | Ran aground                                      | Leaving port                        | 112 | 0  | 0  |
| 1973 | USS Sturgeon (SSN 637)          | US      | Sturgeon      | SSN  | Near St Croix, US Virgin Islands             | Ran aground                                      | Not recorded                        | 109 | 0  | 0  |
| 1972 | USS Seahorse (SSN 669)          | US      | Sturgeon      | SSN  | Approach to Charleston                       | Ran aground                                      | Leaving port                        | 108 | 0  | 0  |
| 1971 | USS Puffer (SSN 652)            | US      | Sturgeon      | SSN  | Near Petropavlovsk                           | Collision: hit by diving Soviet submarine        | Not recorded                        | 109 | 0  | 0  |
| 1970 | K-108                           | USSR    | Echo-II       | SSN  | Sea of Okhotsk                               | Collision: submarine USS Tautog                  | Operating at depth 45msw            | 104 | 0  | 0  |
| 1970 | USS Dace (SSN 607)              | US      | Permit        | SSN  | Mediterranean                                | Collision: ? Soviet submarine                    | Not recorded                        | 105 | 0  | 0  |
| 1970 | USS Tautog (SSN 639)            | US      | Sturgeon      | SSN  | North Pacific off Soviet Kamchatka Peninsula | Collision: Soviet submarine K-108                | Surveillance operations             | 109 | 0  | 0  |
| 1969 | USS Gato (SSN 615)              | US      | Thresher      | SSN  | Not recorded                                 | Collision: Soviet submarine                      | Not recorded                        | 129 | 0  | 0  |
| 1969 | K-19                            | USSR    | Hotel II      | SSBN | Barents Sea                                  | Collision: submarine USS Gato                    | Operating at depth 60msw            | 125 | 0  | 0  |
| 1969 | USS Chopper (SS 342)            | US      | Balao         | DE   | Off coast of Cuba                            | Power loss                                       | Conducting ASW exercise             | 81  | 0  | 0  |
| 1968 | K-27                            | USSR    | November      | SSN  | Barents sea                                  | Partial reactor meltdown sea coolant leak        | Not recorded                        | 135 | 9  | 83 |
| 1968 | K-140                           | USSR    | Yankee SSBN   | SSBN | Naval Yard Sevastopol                        | Reactor criticality accident                     | Undergoing repairs                  | 120 | 0  | 0  |
| 1968 | USS Von Stauben (SSBN 632)      | US      | James Madison | SSBN | 40nm off south coast of Spain                | Entanglement in tow cable                        | Conducting ASW exercise             | 130 | 0  | 0  |
| 1967 | K-3 Laminisky Komssomol         | USSR    | November      | SSN  | Norwegian Sea                                | Fire in hydraulic system                         | Transferring to base                | 105 | 39 | 0  |
| 1966 | USS Tim (SS-416)                | US      | Balao         | DE   | Fredericks Reef, Coral Sea Islands           | Ran aground                                      | Not recorded                        | 81  | 0  | 0  |
| 1966 | USS Tuccon (SSN 770)            | US      | Los Angeles   | SSN  | Mooring at Newport News                      | Collision: struck by USNS Gililand               | Moored                              | 110 | 0  | 0  |
| 1966 | USS Barbel (SS 580)             | US      | Barbel        | DE   | Near port on Hainan Island, China            | Collision: cargo freighter                       | Surveillance operations             | 79  | 0  | 0  |
| 1965 | K-11                            | USSR    | November      | SSN  | Naval Yard Sevastopol                        | Reactor criticality accident                     | Refueling                           | 124 | 0  | 7  |
| 1965 | USS Medregal (SS 480)           | US      | Teach         | DE   | South China Sea                              | Collision: freighter                             | Operating at periscope depth        | 81  | 0  | 0  |
| 1963 | K-33                            | USSR    | Hotel-II      | SSBN | The Kattegat                                 | Collision: MV Finnclipper                        | Surface transit in mist             | 104 | 0  | 0  |
| 1963 | HMS Tabard (P342)               | UK      | T             | DE   | Brisbane, Australia                          | Collision: wharf                                 | Docking                             | 63  | 0  | 0  |
| 1963 | HMS Tabard (P342)               | UK      | T             | DE   | Off Sydney, Australia                        | Collision: Frigate HMAS Queenborough             | At periscope depth on ASW exercises | 63  | 0  | 0  |
| 1962 | USS Skate (SSN 578)             | US      | Skate         | SSN  | Baffin Bay off Thule, Greenland              | Flooding sea leak in seawater circulation system | Operating at depth 400 fsw          | 84  | 0  | 0  |
| 1962 | USS Thomas A Edison (SSBN 610)  | US      | Ethan Allen   | SSBN | Off East coast of US                         | Collision: destroyer USS Wadleigh                | Shakedown training                  | 140 | 0  | 0  |
| 1961 | K-8                             | USSR    | November      | SSN  | Barents Sea                                  | Reactor steam generator explosion                | Engaged in Naval exercise           | 104 | 0  | 13 |
| 1959 | S-99                            | USSR    | Whale         | DE   | Not recorded                                 | Turbine explosion                                | Conducting submerged turbine tests  | 54  | 0  | 0  |
| 1949 | USS Bugara (SS 331)             | US      | Balao         | DE   | South of Barbours Point, Oahu                | Collision: destroyer escort USS Whitehurst       | Conducting ASW exercises            | 81  | 0  | 0  |
| 1944 | U-673                           | Germany | VIIC          | DE   | Atlantic convey N of Stavanger               | Collision: submarine U-382                       | Not recorded                        | 45  | 0  | 0  |

### Collateral casualty

| Year | Boat                             | Nationality | Class             | Type | Location                                  | Incident                                     | Reported activity            | Complement (Riders) | Fatalties (Collateral) | Casualties (Collateral) |
|------|----------------------------------|-------------|-------------------|------|---|--|------------------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|
| 1990 | HMS Tranchant (S91)              | UK          | Trafalgar         | SSN  | Bute Sound off Arran                      | Snagged nets of fishing vessel Antares       | Conducting training          | 130                 | 0 (~5)                 | 0                       |
| 1988 | HMS Conqueror (S48)              | UK          | Churchill         | SSN  | Off Northern Irish Coast                  | Collision: yacht Dalriada                    | Not recorded                 | 103                 | 0                      | 0                       |
| 1985 | K-431 / 314                      | USSR        | Echo-II           | SSN  | Chamcha Bay Naval Yard, Vladivostok       | Reactor accident + thermal / steam explosion | Refueling                    | 0                   | 0 (~10)                | 0 (~49)                 |
| 1981 | USS George Washington (SSBN 598) | US          | George Washington | SSBN | East China Sea 110nm SSW of Sasebo, Japan | Collision: cargo ship Nishio Maru            | Operating at periscope depth | 112                 | 0 (~2)                 | 0 (~13)                 |

Fazendo uma análise do anexo H, que é referente aos acidentes que ocorreram entre 1939 e 2019 resultantes de causas que não sejam atos bélicos por parte do inimigo, é constituído por quatro tabelas com os seguintes títulos:

- **DISSUB** – acidentes que resultaram na perda total do controlo sobre submarino e consequentemente tenham feito o submarino afundar.

- **Near-miss (external aid requirement)** – submarino consegue controlar a sua flutuabilidade, contudo apresenta danos severos, necessitando de ajuda externa.
- **Near-miss** – submarino com capacidade para prosseguir com propulsão própria, de modo a regressar a terra.
- **Colateral casualty** – Danos causados por outra embarcação.

Nas quatro tabelas encontram-se as seguintes informações: ano do acidente, nome do submarino, nacionalidade, classe de navio, tipo de submarino tendo em conta o tipo de propulsão, local do acidente, causa do acidente, missão que estava a efetuar quando ocorreu o acidente, o número de pessoas a bordo, número de mortos e por fim o número de feridos.

Importa referir que o anexo H está incompleto, uma vez que não contempla por exemplo o acidente do NRP *Barracuda* em 1995. Contudo, apresenta bastante informação útil que será resumida na tabela 2 e na tabela 3, às quais foram acrescentados os valores do acidente do submarino indonésio KRI *Nanggala-402*, que ocorreu em abril de 2021 e no qual faleceram os 53 membros da guarnição.

*Tabela 2- Resumo anexo H por países*

| País          | Acidentes  | Elementos envolvidos | Mortes      | % Mortalidade | Sobreviventes |
|---------------|------------|----------------------|-------------|---------------|---------------|
| E.U.A         | 77         | 7680                 | 460         | 6%            | 7220          |
| USSR          | 44         | 4305                 | 668         | 16%           | 3637          |
| Reino Unido   | 35         | 3392                 | 339         | 10%           | 3053          |
| Alemanha      | 23         | 897                  | 455         | 51%           | 442           |
| Rússia        | 7          | 583                  | 149         | 26%           | 434           |
| França        | 7          | 532                  | 119         | 22%           | 413           |
| Canadá        | 5          | 209                  | 1           | 0%            | 208           |
| Índia         | 4          | 245                  | 20          | 8%            | 225           |
| Austrália     | 3          | 175                  | 0           | 0%            | 175           |
| Argentina     | 1          | 44                   | 44          | 100%          | 0             |
| Peru          | 1          | 49                   | 8           | 16%           | 41            |
| Israel        | 1          | 69                   | 69          | 100%          | 0             |
| Itália        | 1          | 52                   | 28          | 54%           | 24            |
| Países Baixos | 1          | 40                   | 0           | 0%            | 40            |
| Indonésia     | 1          | 53                   | 53          | 100%          | 0             |
| <b>Total</b>  | <b>211</b> | <b>18325</b>         | <b>2413</b> |               | <b>15912</b>  |



*Tabela 3- Resumo anexo H por causas*

| <b>Causas</b>        | <b>Acidentes</b> | <b>Elementos envolvidos</b> | <b>Mortes</b> | <b>% Mortalidade</b> | <b>Sobreviventes</b> |
|----------------------|------------------|-----------------------------|---------------|----------------------|----------------------|
| Colisão              | 84               | 7226                        | 657           | 9%                   | 6569                 |
| Encalhar             | 32               | 3383                        | 0             | 0%                   | 3383                 |
| Alagamento           | 25               | 1435                        | 576           | 40%                  | 859                  |
| Incêndio             | 14               | 1248                        | 296           | 24%                  | 952                  |
| Reator nuclear       | 12               | 1168                        | 45            | 4%                   | 1123                 |
| Explosão             | 12               | 1024                        | 282           | 28%                  | 742                  |
| Redes de pesca/cabos | 11               | 980                         | 6             | 1%                   | 974                  |
| Falha mecânica       | 9                | 874                         | 97            | 11%                  | 777                  |
| Diversos             | 6                | 598                         | 65            | 11%                  | 533                  |
| Desconhecido         | 6                | 389                         | 389           | 100%                 | 0                    |
| <b>Total</b>         | <b>211</b>       | <b>18325</b>                | <b>2413</b>   |                      | <b>15912</b>         |